



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

А.В. КОВАЛЕНКО
М.А. ГОЛТВ'ЯНСЬКИЙ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисциплін

"РЕМОНТ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ",
"РЕМОНТ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ
ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ"

Частина I

(для студентів 4-5 курсів усіх форм навчання спеціальностей
7.092 201 – "Електричні системи і комплекси транспортних засобів",
7.092202 – "Електричний транспорт")

Харків – ХНАМГ – 2008

Конспект лекцій з дисциплін «Ремонт транспортних засобів», "Ремонт технічних засобів електричного транспорту". Частина I (для студентів 4-5 курсів усіх форм навчання спеціальностей 7.092 201 – «Електричні системи і комплекси транспортних засобів», 7.092202 – "Електричний транспорт"). Укл.: Коваленко А.В., Голтв'янський М.А. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 72 с.

Укладачі: доц., к.т.н. А.В. Коваленко,
доц., к.т.н. М.А. Голтв'янський

Рецензент: проф., д.т.н. В.П. Шпачук

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту,
протокол №2 від 07.09.2007 р.

ПЕРЕДМОВА

Мета дисципліни "Ремонт" – формування у студентів узагальненої системи знань, умінь та навичок методів відновлення технічного ресурсу, організації роботи підприємств і їх підрозділів з ремонту технічних та транспортних засобів, оптимізації трудових та матеріальних витрат.

До задач вивчення дисципліни відносять:

- освоєння закономірності зміни технічного ресурсу;
- розробка нормативів систем ремонту, які допомагають визначити періодичність і обсяг ремонтних робіт;
- вивчення методів і технічних засобів розбирання транспортних засобів, дефектації та відновлення його деталей, контроль якості відновлення, складання та випробування транспортних засобів;
- освоєння технологічних процесів та комплексу засобів для ремонту транспортних засобів, принципів розробки спеціального технологічного оснащення робочих місць;
- одержання навичок в проектуванні підприємств з ремонту транспортних засобів, в тому числі з використання САПР, організації й управління виробництвом при виконанні ремонту з впровадженням АМР.

Навчальна дисципліна “Ремонт” базується на навчальних дисциплінах таких як: конструкційні матеріали, технологія виробництва та відновлення обладнання, механічне обладнання, електричне обладнання, спеціальні електричні машини, динаміка, діагностика, технічна експлуатація.

Програма цієї навчальної дисципліни складається із наступних розділів:

- основи ремонтного виробництва транспортних засобів;
- основи технології ремонту транспортних засобів;
- основи технології відновлення деталей транспортних засобів;
- основи ремонту основних складальних одиниць транспортних засобів;
- основи проектування (реконструкції) ремонтних підприємств транспортних засобів.

Конспект лекцій з навчальної дисципліни “Ремонт” автори підготували для студентів, щоб вони краще оволоділи науковою методологією і ясно усвідомили задачі, які поставило перед ними суспільство.

ЧАСТИНА 1

ОСНОВИ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

1. Основні положення ремонтного виробництва транспортних засобів

1.1. Зміна технічного стану транспортних засобів в процесі експлуатації

Сучасний рухомий склад, тобто трамвайні вагони, тролейбуси та вагони метрополітену – це складні технічні системи тривалого користування. В процесі експлуатації внаслідок дії цілого ряду факторів рухомий склад постійно і не повторно втрачає свої початкові якості, які характеризуються експлуатаційно-технічними показниками. Погіршення експлуатаційно-технічних показників називають старінням транспортних засобів. Воно виникає як у процесі експлуатації, так і при його зберіганні.

До експлуатаційно-технологічних показників відносять:

- погіршення показників надійності та динамічних властивостей;
- збільшення втрат електричної енергії на рух;
- зниження ефективності гальмової системи;
- виникнення стуків та підвищеного шуму під час руху;
- погіршення зовнішнього виду транспортних засобів та комфортності обслуговування пасажирів.

Згідно з ДСТ 27.002–83 надійність – це властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції у заданих режимах та умовах використання, технічного обслуговування, ремонту, зберігання та транспортування. Надійність, як складна властивість, в залежності від призначення об'єкта і умов його застосування, складається із поєднання властивостей: безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності та збереження. Надійність транспортних засобів визначають за допомогою його експлуатаційно-технічних показників, використовуючи статистичні показники.

Відповідно до вищеназваного стандарту, рухомий склад або його складальні одиниці в процесі експлуатації, як показано на рис. 1.1.1, можуть знаходитися в справному технічному стані або в несправному, який в свою чергу класифікують на працездатний, непрацездатний та граничний.

Справний стан – це такий стан транспортних засобів, при якому він відповідає усім вимогам нормативно-технічної та конструкторської документації.

Несправний стан – це такий стан транспортних засобів, при якому він не відповідає хоч би одній вимозі нормативно-технічної та конструкторської документації.

Працездатний стан – це такий стан транспортних засобів, при якому значення усіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно-технічної та конструкторської документації.

Непрацездатний стан – це такий стан транспортних засобів, при якому значення хоч би одного параметра, що характеризує здатність виконувати задані функції, не відповідає вимогам нормативно-технічної та конструкторської документації.

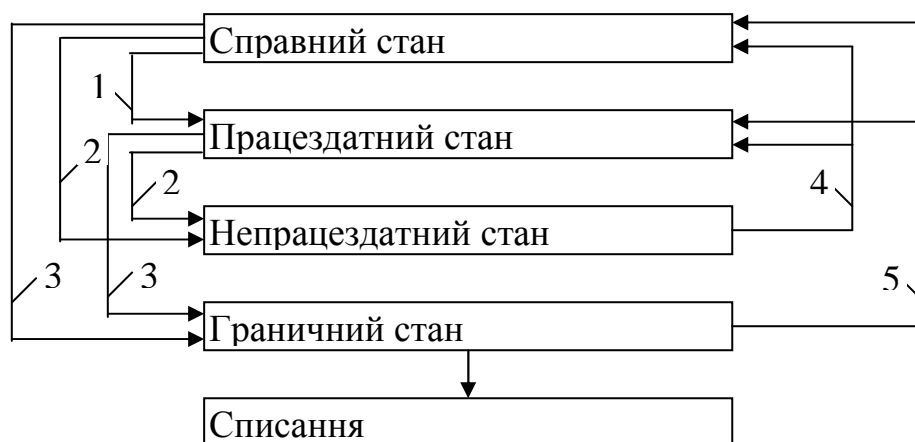


Рис. 1.1.1 – Схема основних технічних станів та подій:

1 – пошкодження; 2 – відмова; 3 – перехід об'єкта в граничний стан;
4 – відновлення; 5 – ремонт

Граничний стан – це такий стан транспортних засобів, при якому його подальше використання за призначенням не допускається, чи є недоцільним, або відновлення його справного чи працездатного стану неможливе, або є недоцільним.

Перехід транспортних засобів зі справного стану в несправний є результатом проявлення дефекту. Дефектом згідно з ДСТ 15467 – 79 називають кожну окрему невідповідність продукції установленим вимогам.

Зокрема, під *дефектом деталі* розуміють кожне окреме відхилення її параметрів від величини, яка установлена технічними умовами або робочим рисунком.

А перехід транспортних засобів з одного стану в другий відбувається внаслідок пошкодження або відмови. В тому випадку, якщо рухомий склад переходить в несправний, але працездатний стан, то цю подію називають відмовою. *Відмовою* транспортних засобів є подія, що приводить до порушення його працездатності та виходу з транспортного процесу (зупинка на лінії, порушення розкладу руху, запізнення на випуск з депо та передчасне повернення в депо) .

Усі відмови умовно прийнято розділяти на раптові й поступові. До раптових відмов відносять такі відмови, що виникають внаслідок різкої зміни фізико-механічних властивостей. Як показує досвід експлуатації, характерними відмовами обладнання транспортних засобів є такі відмови, які зумовлені зміною розміру та геометричної форми деталі, зниженням міцності внаслідок природного (фізичного) зносу. Фізичний знос, як показано на рис. 1.1.2 виникає внаслідок:

- механічних процесів (механічний знос);
- втомлюючого руйнування (втомлюючий знос);

- хімічних процесів (корозійний знос);
- електрохімічних процесів (електроерозійний знос);
- теплових процесів (тепловий знос);
- біологічних процесів (біологічний знос);
- погіршення фізико-механічних властивостей матеріалу деталей (пружності, міцності, теплопровідності – старіння).

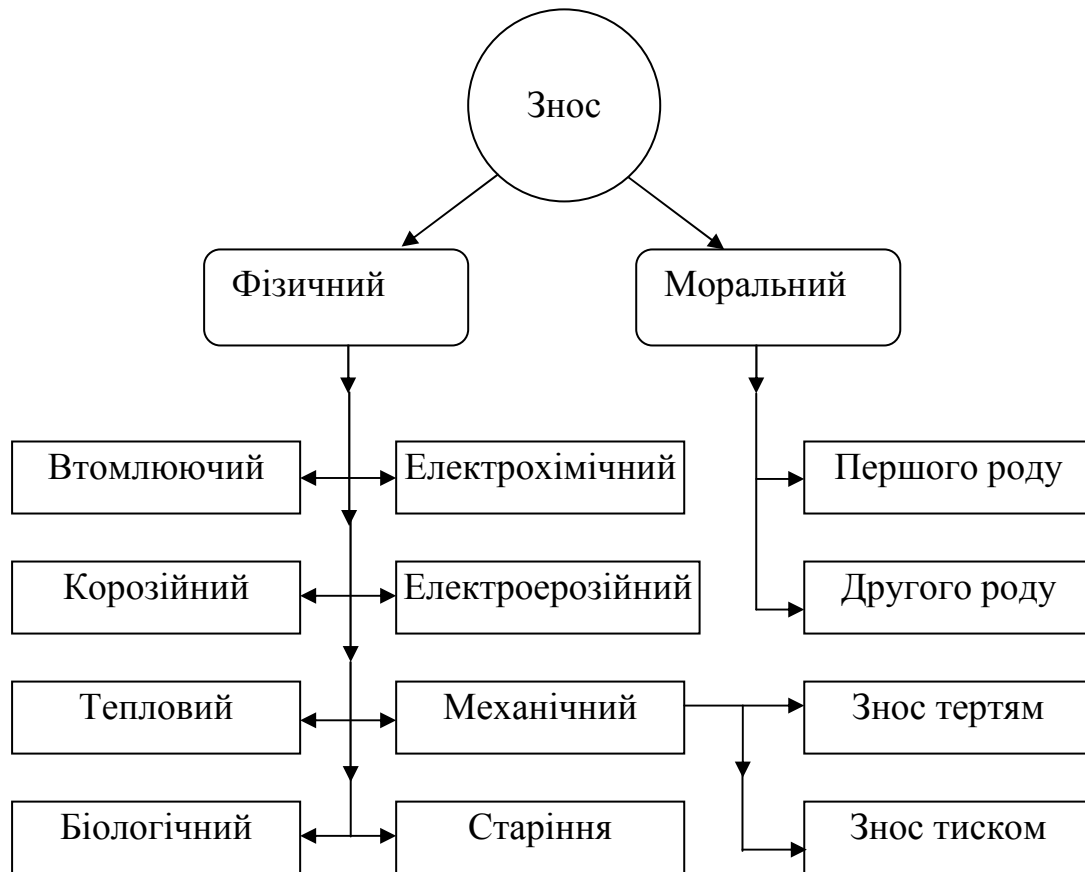


Рис. 1.1.2 – Види зносу

Механічний знос, в свою чергу, проявляється у двох формах: зносів тертя і тиску. Ці види механічного зносу можна спостерігати на прикладі зносу поверхні катання бандажу коліс візка трамвайного вагона.

У процесі експлуатації під дією електричного поля, впливу температурно-вологого режиму, теплового впливу, вібромеханічного та електродинамічного впливів деталі електротехнічного обладнання транспортних засобів змінюють свої ізоляційні властивості. Крім цього значна кількість відмов виникає у контактних системах електричних апаратів внаслідок механічного зносу контактів, електротермічного та електроерозійного зносів.

Рухомий склад (крім фізичного зносу) піддається так званому моральному (економічному) зносу. Моральним зносом називають зменшення вартості діючих транспортних засобів (складальної одиниці) під впливом науково-технічного прогресу. Моральний знос буває першого і другого родів. Моральний знос першого роду характеризується втратою вартості діючих транспорт-

них засобів в міру того, як відтворення такої ж конструкції транспортних засобів дорожчає. Моральний знос другого роду характеризується втратою вартості транспортних засобів внаслідок виникнення більш досконалих його типів.

1.2. Види, методи, організаційні принципи та система ремонту транспортних засобів

Ремонт являє собою комплекс операцій, який спрямований на переведення транспортних засобів або його складальної одиниці з граничного стану в справний.

За цілим рядом суттєвих ознак виділяють різні види ремонту транспортних засобів. За ступенем відновлення ресурсу відповідно до наказу міністра житлового та комунального господарства України № 120 від 03.12.1991 р. ремонт транспортних засобів може бути капітальним чи середнім. Їх виконують як на ремонтних заводах і спеціалізованих ремонтних майстернях, так і в цехах технічного обслуговування та ремонту депо.

Затверджений обсяг робіт кожного ремонту називають його характеристикою. Проміжок часу між двома суміжними ремонтами з однією і тією ж характеристикою називають *міжремонтним періодом*.

Пробіг транспортних засобів між двома суміжними ремонтами з однією і тією ж характеристикою називають *міжремонтним пробігом*.

Відповідно до вищенаведеного наказу величина міжремонтного пробігу встановлена:

а) при капітальному ремонті трамвайного вагона – 300000 км, тролейбуса – 240000 км.

б) при середньому ремонті трамвайного вагона – 100000 км, тролейбуса – 80000 км.

Капітальний ремонт – це такий вид ремонту, при виконанні якого відбувається відновлення не менше 80 % повного ресурсу із заміною або відновленням усіх деталей складальних одиниць, включаючи базові деталі.

Рухомий склад, або його складальні одиниці, направляють у капітальний ремонт за умови, коли:

- базовим та основним деталям необхідний ремонт, що вимагає повного розбирання;

- працездатність складальних одиниць не може бути відновлена або їх відновлення є економічно недоцільним при проведенні середнього ремонту.

За термін служби повнокомплектний рухомий склад підлягає, як правило, трьом капітальним ремонтам, не враховуючи капітальних ремонтів його складальних одиниць.

Застосування капітального ремонту максимально обмежують за рахунок заміни складальних одиниць, що потребують капітального ремонту, справними з оборотного фонду.

Середній ремонт – це такий вид ремонту транспортних засобів, при якому відбувається заміна або відновлення непрацездатних складальних одиниць. Йо-

го використовують для ліквідації відмов, а також для виконання встановлених норм міжремонтного пробігу за мінімальних простоїв.

Середній ремонт виконують шляхом проведення ремонтних робіт із заміною:

- у транспортних засобів окремих складальних одиниць, що потребують середнього чи капітального ремонтів;
- у складальних одиниць окремих деталей, які досягли граничного стану, крім базових.

Крім того, він забезпечує безвідмовну роботу складальних одиниць до чергового ремонту.

Методи ремонту – це сукупність організаційних та технологічних правил виконання ремонту.

У ремонтному виробництві транспортних засобів застосовують наступні організаційні методи ремонту: стаціонарний, потоковий та змішаний.

Стаціонарний метод характеризується тим, що всі ремонтні роботи виконують на одних і тих же робочих місцях. Рухомий склад стоїть на одному і тому ж робочому місці з початку і до кінця ремонту.

Потоковий метод характеризується тим, що рухомий склад переміщують з одного робочого місця на друге через певний проміжок часу, який називають *тактом* потокової лінії. Робітники при цьому залишаються на постійних робочих місцях, що спеціально обладнані для виконання тих або інших операцій.

Змішаний метод характеризується тим, що, відновлюючи рухомий склад, частину робіт виконують на потоковій лінії, а частину – на постійних робочих місцях.

До технологічних методів ремонту транспортних засобів відносять наступні методи: знеособлений (позбавлений індивідуальності), незнеособлений (не позбавлений індивідуальності), агрегатний і вузловий. Використання того чи іншого методу ремонту зумовлено багатьма факторами: кількісним складом, типом транспортних засобів, його конструктивними особливостями, ремонтпридатністю, виробничими умовами проведення ремонту, виробничою програмою ремонтного підприємства.

Знеособлений метод ремонту – це такий метод, при якому не фіксується належність відновлених складальних одиниць до визначеної одиниці транспортних засобів, тобто рухомий склад збирають після ремонту з відновлених та нових деталей. Цей метод використовують на спеціалізованих експлуатаційних та ремонтних підприємствах.

Незнеособлений метод ремонту – це таких метод, при якому зберігається належність відновлених складальних одиниць до визначеного екземпляру транспортних засобів.

У ремонтному виробництві найчастіше використовують знеособлений метод. Він економічно себе виправдовує лише в тих випадках, коли рухомий склад розбирають і складають на потоці (конвеєрі).

Агрегатний метод ремонту – це різновид знеособленого методу, при якому несправні складальні одиниці транспортних засобів замінюють новими або

раніше відновленими з оборотного фонду.

Цей метод дозволяє:

- задовольнити більш повне використання технічного ресурсу складальних одиниць і тим самим знизити затрати на запасні частини та ремонт;
- значно скоротити технологічний процес ремонту транспортних засобів, використовуючи при цьому менш складне обладнання;
- скоротити виробничі площі за рахунок підвищення пропускної спроможності;
- підвищити якість ремонту складальних одиниць і тим самим скоротити простій транспортних засобів в процесі експлуатації.

Вузловий метод ремонту – це різновид незнеособленого методу, при якому весь комплекс робіт, що складає технологічний процес ремонту транспортних засобів, ділять на частини, кожна з яких являє собою групу технологічних операцій із закінченим технологічним процесом та видачею готової складальної одиниці. Кожну групу технологічних операцій виконують на спеціалізованих робочих місцях. Цей метод вигідно використовувати під час ремонту різноманітних типів транспортних засобів.

На економіку ремонтного виробництва транспортних засобів великий вплив мають організаційні принципи ремонту, які ділять на подефектний та маршрутний. В основу *подефектного* принципу ремонту покладена подефектна технологія відновлення деталей, що являє собою таку технологію, коли на одному робочому місці ліквідують тільки один дефект на одній, як правило, крупногабаритній деталі малосерійного виробництва. При подефектному принципі ремонту обсяг відновлених робіт для кожної деталі визначають індивідуально залежно від її фактичної потреби в ремонті.

В основу *маршрутного* принципу ремонту покладена маршрутна технологія відновлення деталей, що являє собою таку технологію, коли на одному робочому місці ліквідують до п'яти дефектів на одній, як правило, малогабаритній деталі крупносерійного виробництва. При застосуванні маршрутного принципу ремонту виявляють дефекти деталей, що часто повторюються. Ці деталі комплектують в групи (маршрути), розробляють типові маршрутні технологічні процеси відновлення і після цього партіями направляють у відповідні цехи для відновлення.

Маршрутний принцип ремонту є прогресивним, тому що маршрутна технологія принципово відрізняється від подефектної. Вона передбачає: єдину послідовність технологічних операцій для всіх деталей маршруту, застосування типових технологічних процесів, що забезпечують високу якість ремонтних робіт, можливість широкого застосування методів групової обробки, зниження вартості ремонту, полегшення планування та диспетчеризації, покращення організації ремонтного виробництва.

Розглянуті види й методи ремонту використовують в діючій сьогодні планово-попереджувальній системі технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. Вона являє собою визначену форму організації технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів, їх зміст (характеристику) і по-

рядок чергування. При цій системі ремонт ґрунтується на планових основах: його основною метою є попередження непередбаченої (аварійної) відмови транспортних засобів в процесі експлуатації.

2. Виробничий і технологічний процеси ремонту транспортних засобів

2.1. Склад виробничого процесу та його параметри

Проведення капітального ремонту транспортних засобів та його складальних одиниць пов'язане з виконанням цілого комплексу основних та допоміжних робіт. Відповідно до ДСТ 3.1109-82 сукупність основних та допоміжних робіт, які виконують в умовах конкретного ремонтного підприємства з метою перетворення несправних транспортних засобів, що досягли граничного стану у справні з конкретно визначеним ресурсом, називають *виробничим процесом*.

Виробничий процес ремонту транспортних засобів складається з ряду технологічних процесів (рис. 2.1.1). Він включає в себе:

- передремонтне діагностування;
- підготовку до ремонту;
- приймання транспортних засобів в ремонт;
- дезинфекцію та очищення від пилу і бруду;
- розекіпіровку;
- розбирання транспортних засобів на складальні одиниці;
- очищення та мийку складальних одиниць;
- розбирання складальних одиниць на деталі;
- очищення та миття деталей;
- дефектацію та сортування деталей на придатні, непридатні та на ті , які потребують відновлення;
- вибір технології відновлення деталей, які його потребують;
- відновлення деталей за маршрутною або подефектною технологіями, та контроль за їх якістю;
- транспортування деталей на дільниці комплектування чи на склад готової продукції;
- складання складальних одиниць транспортних засобів;
- випробування складальних одиниць та контроль за якістю складання;
- нанесення лакофарбового покриття на складальні одиниці;
- транспортування складальних одиниць на дільницю комплектування транспортних засобів або на склад готової продукції;
- складання транспортних засобів;
- випробовування транспортних засобів та контроль якості його складання;
- нанесення лакофарбового покриття;
- обкатку транспортних засобів;
- екіпіровку транспортних засобів;
- здавання транспортних засобів на склад готової продукції.

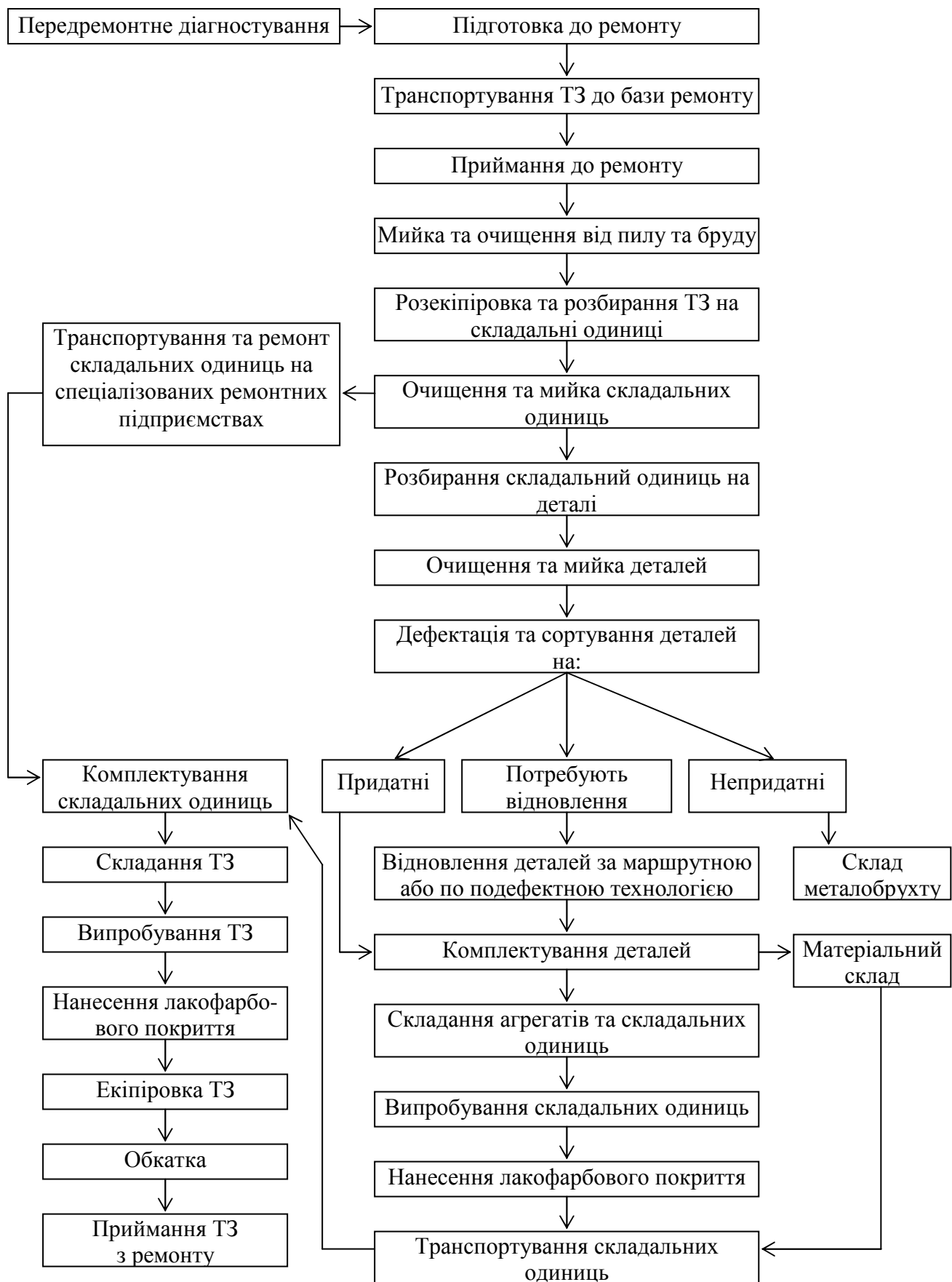


Рис. 2.1.1 – Блок-схема виробничого процесу ремонту транспортних засобів

У ремонтному виробництві всі окремі операції та технологічні процеси узгоджують за часом. До основних параметрів, що характеризують організацію виробничого процесу ремонтного підприємства, відносять: виробничу програму, такт, цикл, фронт ремонту, пропускну здатність, коефіцієнт завантаження.

Виробнича програма N – це кількість транспортних засобів чи складальних одиниць, які випускають з ремонту за розрахунковий період. Її визначають одним з наступних способів: аналітичним, графічним чи табличним.

Аналітичний спосіб враховує залежність між плановим завантаженням одиниці транспортних засобів та її міжремонтним напрацюванням. Залежність виражається за формулою

$$N_k = \frac{W_p + W_k}{M_k}, \quad (2.1)$$

де N_k – кількість капітальних ремонтів одного типу транспортних засобів за розрахунковий період;

W_p – планове річне завантаження одиниці транспортних засобів, км пробігу;

W_k – напрацювання одиниці транспортних засобів від останнього капітального ремонту, км пробігу;

M_k – міжремонтне напрацювання до капітального ремонту одиниці транспортних засобів одного типу, км пробігу.

Кількість середніх ремонтів N_c одного типу транспортних засобів за розрахунковий період визначають за формулою

$$N_c = \frac{W_p + W_c}{M_c}, \quad (2.2)$$

де W_c – напрацювання одиниці транспортних засобів від останнього середнього ремонту, км пробігу;

M_c – міжремонтне напрацювання до середнього ремонту, км пробігу.

Визначене число ремонтів округляють до ближнього цілого числа в менший бік, тобто приймають тільки цілу частину числа.

Складаючи одержані розрахункові дані, визначають кількість ремонтів транспортних засобів за рік N_p .

Графічний спосіб визначення кількості ремонтів полягає в наступному. По осі абсцис відкладають у масштабі час (у кварталах року), а по осі ординат – напрацювання і відмічають види ремонту. Планове навантаження транспортних засобів поквартально дорівнює (у %): 1 – 10..15, 2 – 30..35, 3 – 40..45, та 4 – 10..15. У результаті одержують ламану лінію, яка зображує напрацювання транспортних засобів за цілий рік. Використовуючи графік, визначають строк постановки транспортних засобів на ремонт.

При табличному способі визначення кількості ремонтів для кожної одиниці транспортних засобів встановлюють напрацювання з моменту проведення останнього ремонту. Необхідні дані беруть із паспорта одиниці транспортних засобів. Потім річне планове навантаження одиниці транспортних засобів розподіляють за місяцями року. Додавляючи планове навантаження кожного місяця до напрацювання від останнього капітального ремонту, одержують сумарне

напрацювання для транспортних засобів протягом року. У відповідності з періодичністю ремонту встановлюють час для відповідного виду ремонту. Одержані дані, заносять у табл. 2.1.1.

Використовуючи один з представлених способів визначення виробничої програми, призначають строк постановки одиниці транспортних засобів на ремонт залежно від її технічного стану.

Таблиця 2.1.1 – Дані для визначення кількості ремонтів (виробничої програми)

Вид (тип) транспортного засобу та його адміністративний номер	Напрацювання від попереднього ремонту, км пробігу	Річне планове завдання, км пробігу	Розподіл планового завдання за кварталами			
			I	II	III	IV

Такт виробництва τ – це відрізок часу між випуском з ремонту двох суміжних одиниць транспортних засобів. Його визначають за формулою

$$\tau = \frac{\Phi}{N}, \quad (2.3)$$

де Φ – фонд часу підприємства за розрахунковий період;

N – кількість одиниць транспортних засобів, які випущені з ремонту за той же розрахунковий період (виробнича програма).

Тривалість виробничого циклу ремонту t_p – це відрізок часу, що характеризується періодом від початку першої операції з ремонту одиниці транспортних засобів до завершення останньої операції. Зменшення тривалості виробничого циклу приводить до покращення використання обладнання, скорочення потреби в оборотних фондах, прискорення випуску одиниць транспортних засобів з ремонту та зниження обсягу незавершеного виробництва.

Тривалість виробничого циклу визначають на стадії проектування ремонтного підприємства, будуючи лінійний графік узгодження ремонтних робіт за визначеною методикою.

Фронт ремонту f_p – це кількість одиниць транспортних засобів, що знаходяться в один і той же час на стадії ремонту в цілому на підприємстві. Він є головним параметром виробничого процесу. Його визначають за формулою

$$f_p = \frac{t_p}{\tau}. \quad (2.4)$$

Він якісно впливає на площу під обладнання, на кількість робочих місць, на довжину конвеєра і на обсяг незавершеного виробництва.

Пропускна здатність $N_{\text{пр.з}}$, тобто кількість одиниць транспортних засобів яка може бути випущена з ремонту за планований проміжок часу, розраховують за формулою

$$N_{\text{пр.з}} = \frac{f \cdot \Phi_d \cdot z}{t_p}, \quad (2.5)$$

де Φ_d – дійсний фонд часу ремонтного підприємства, год.;

z – кількість змін на ремонтному підприємстві.

Коефіцієнт завантаження підприємства K_3 визначають за формулою

$$K_3 = \frac{N}{N_{\text{пр.з}}} . \quad (2.6)$$

При ефективній роботі ремонтного підприємства $K_3 = 0,95 \dots 1,15$

2.2. Структура технологічного процесу

Технологічний процес – це частина виробничого процесу, що містить ціле-направлені дії щодо зміни форми, розмірів та властивостей матеріалу або предметів виробництва з метою отримання деталі чи складальної одиниці у відповідності із заданими технічними вимогами. Технологічний процес може бути віднесений до виробу або до його складальних одиниць чи до методів обробки, формоутворення та складання. Тому на ремонтних підприємствах транспортних засобів поряд з поняттями технологічних процесів його капітального ремонту розробляють і виконують технологічні процеси з конкретних видів основних робіт, тобто технологічні процеси: розбирання, очищення та мийки, дефекації та сортування, відновлення та виготовлення деталей, комплектування та складання, випробування та обкатки, нанесення лакофарбового покриття.

Технологічний процес складається з окремих технологічних операцій, що, в свою чергу, розподіляються на установлення, позиції, переходи, проходи, прийоми.

Технологічна операція – це частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці. У технологічній документації нумерується вона тризначним числом, кратним п'яти (наприклад, 005, 010, 015). Назва технологічної операції повинна відображати застосований вид обладнання або назву процесу. Вона також має бути записана прикметником у називному відмінку, наприклад, токарна, розбиральна, складальна.

Установлення (установ) – це частина технологічної операції, яку виконують при закріпленні однієї або декількох деталей та одночасно обробляють на верстаті. Їх позначають великими літерами (А, Б, В і т.д.).

Позицією називають кожне фіксоване положення деталі, яке та займає відносно верстата при незмінному закріпленні.

Перехід – це частина операції, що цілком закінчена, не може бути роздрібною; виконує один або декілька робітників одночасно без заміни інструменту, незмінності поверхні, яцу обробляють, та режиму роботи верстата. Зміна хоч б одного із перелічених елементів визначає новий перехід. У технологічних документах переходи нумерують числами 1, 2, 3, 4 і т.д. Перехід складається з проходів.

Прохід – це частина переходу, що охоплює всі дії, пов'язані зі зняттям одного шару металу при незмінності інструменту, поверхні, обробки та режиму роботи верстата. Так, на токарному верстаті проходом називають безперервне зняття різцем одного шару стружки.

Під *прийомом* розуміють закінчену дію робітника, наприклад, постановка і

зняття деталей, пуск верстата. Поняття “прийом” використовується при технічному нормуванні.

ДСТ 3.1109-82 встановлює два види технологічних процесів відновлення деталей: одиночний і типовий.

Одиночний технологічний процес відноситься до виробів одного найменування, типорозміру й виконання незалежно від типу виробництва.

Типовий технологічний процес характеризується єдністю змісту й послідовності більшості технологічних операцій для груп виробів із спільними конструктивними признаками.

Кожний вид технологічного процесу характеризується такими ознаками:

- основним призначенням процесу (робочий, перспективний);
- мірою деталізації процесу (маршрутний, операційний та маршрутно-операційний).

Робочий технологічний процес виконують за робочою технологічною та (або) конструкторською документацією.

Перспективний технологічний процес – це процес, що повністю або частково буде освоєний на підприємстві з використанням останніх досягнень науки й техніки.

Маршрутний технологічний процес виконують за документацією, в якій зміст окремих технологічних операцій викладають без зазначення переходів та режимів обробки.

Операційний технологічний процес виконують за документацією, в якій зміст окремих технологічних операцій викладають із зазначенням (показанням) переходів та режимів обробки.

Маршрутно-операційний технологічний процес виконують за документацією, в якій зміст окремих технологічних операцій викладають без показання переходів та режимів обробки.

2.3. Технічна документація на ремонт транспортних засобів

Технічна документація на ремонт виробів являє собою комплекти документів, які встановлені законодавством України Єдиною системою технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ). Під технологічною підготовкою виробництва розуміють сукупність взаємопов'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємства до випуску виробів заданого рівня якості при визначених строках, обсязі випуску та затратах на основі досягнень сучасної науки й техніки.

До складу технічної документації на ремонт транспортних засобів відповідно до ДСТ 2.2602-68 входять такі документи:

- єдина система конструкторської документації (ЄСКД), ДСТ 2.001-70;
- єдина система технологічної документації (ЄСТД), ДСТ 3.1001-81;
- єдина система допусків та посадок;
- державна система забезпечення єдності вимірів (ДСВ);
- система стандартів безпеки праці (ССБП);
- галузеві стандарти (ГСТ);

- комплект нормативно-технологічної документації;
- комплект технологічної документації.

До комплекту нормативно-технологічної документації входять документи з плануванням номенклатури та обсягів відновлення, розрахунку затрат праці і грошових коштів, з планування потреби в матеріально-технічних ресурсах.

Комплект технологічної документації ремонту транспортних засобів та його складальних одиниць розробляють в Науково-дослідному та конструкторсько-технологічному інституті (НДКТІ) в м. Києві на основі основних положень типової технології. До цього комплекту технологічної документації входять:

- технічні вимоги на здачу в ремонт та видачу з ремонту транспортних засобів чи їх складальних одиниць;
- технічні вимоги на капітальний ремонт транспортних засобів;
- технологічні процеси капітального ремонту транспортних засобів та їх складових одиниць;
- перелік технологічного обладнання та інструментів;
- альбом рисунків нестандартної технологічної оснастки.

Технологічні процеси капітального ремонту обумовлені такими технологічними документами, як: карти конструкторсько-технологічних характеристик (КТХ); карти критеріїв замінності (КЗ); схема технологічного процесу (СТП); маршрутні карти (МК); карти ескізів (КЕ); операційні карти (ОК); карти типових технологічних процесів (КТТП); відомості оснастки (ВО).

Першим технологічним документом, що визначає перелік дефектів, є ремонтний рисунок. Його розробляють на основі робочого рисунку на виготовлення деталі згідно з вимогами галузевого стандарту ДСТ 70.0009.006-85.

На ремонтному рисунку обов'язково повинні бути приведені:

- ескіз деталі;
- технологічні вимоги цієї деталі;
- специфікація ремонтного рисунку;
- таблиці дефектів з вказівками щодо їх усунення;
- умови й перелік дефектів, за яких деталь приймають для відновлення;
- пропонуваній маршрут відновлення.

При необхідності на ремонтному рисунку дають вказівки щодо базування та таблиці категорійних ремонтних розмірів.

У технологічних вимогах зазначають параметри конструкторсько-технологічних характеристик (КТХ), до яких відносять такі параметри:

- клас деталі, матеріал, маса;
- шорсткість відновлених поверхонь;
- вимоги щодо точності розміру, форми, розміщення;
- вимоги до твердості обробки деталі;
- міцність зчеплення шару металу, який наносять при відновленні деталі.

На ремонтному рисунку допускають одночасно вказувати декілька варіантів відновлення одних і тих же елементів деталі з відповідними поясненнями.

На кожний принципово відмінний варіант відновлення деталі виконують окремий ремонтний рисунок. При цьому, в позначенні ремонтних рисунків додають через тире римську цифру, тобто варіант відновлення.

3. Організаційна структура ремонтних підприємств транспортних засобів та характеристика їх параметрів

3.1. Класифікація ремонтних підприємств транспортних засобів

Капітальний ремонт транспортних засобів проводять на ремонтних підприємствах, які розміщують за територіальним принципом. Ремонтні підприємства класифікують за масштабом виробництва, призначенням (спеціалізацією) та типом виробництва.

За масштабом виробництва ремонтні підприємства поділяють: на ремонтні заводи, спеціалізовані ремонтні майстерні та деповські цехи технічного обслуговування і ремонту. За основним призначенням (з урахуванням спеціалізації) ремонтні підприємства можуть бути розподілені на види, кожен з яких визначають номенклатурою товарної продукції. Цей розподіл більш-менш відноситься до спеціалізованих ремонтних майстерень, які спеціалізуються на ремонті:

- трамвайних вагонів або тролейбусів;
- основних агрегатів транспортних засобів.

Тип виробництва – класифікаційна категорія виробництва, яку характеризують за ознакою широти номенклатури, регулярності, стабільності та обсягу випуску продукції. Однією з основних характеристик типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій, що являє собою відношення кількості усіх різноманітних технологічних операцій, які виконують протягом одного місяця, до кількості робочих місць, тобто

$$K_{30} = \frac{1}{m} \cdot A_{\Sigma}, \quad (3.1)$$

де K_{30} – коефіцієнт закріплення операцій;

A_{Σ} – сума технологічних операцій, що виконуються за один місяць;

m – кількість робочих місць.

Розрізняють одиничне, серійне й масове виробництво. Одиничне виробництво характеризується малим обсягом випуску однакових виробів, повторне виготовлення та ремонт яких, як правило, не передбачаються. При одиничному виробництві, що характерне для спеціалізованих ремонтних майстерень, рухомий склад та його складальні одиниці ремонтують, як правило, незнеособленим методом. Обладнання та інструмент, тут мають універсальне призначення. Розміщення обладнання виконують за груповим принципом. Рівень механізації процесів – низький. Класифікація робочого персоналу – висока й широкопрофільна.

Серійне виробництво характеризується виготовленням або ремонтом виробів партіями, які періодично повторюють. У залежності від кількості виробів у партії та значенням коефіцієнта закріплення операцій розрізняють дрібно-, середньо- та крупносерійне виробництва. Коефіцієнт закріплення операцій приймають рівним для дрібносерійного виробництва 20...40, для середньосерійного – 10...20, для крупносерійного – 1...10. Для серійного типу виробництва харак-

терним є застосування універсального обладнання зі спеціальними пристроями та інструментом. Для середньо- й крупносерійного виробництва властивим є застосування поточного методу ремонту. Технологічне обладнання в умовах серійного виробництва розміщують змішано – за груповим та поточним принципами. Рівень кваліфікації робітників змінюється в широких межах, але з підвищенням серійності він знижується.

Масове виробництво відзначається великим обсягом випуску виробів, які безперервно виготовлюють або ремонтують тривалий час. Коефіцієнт закріплення операцій для масового виробництва вважають за одиницю. Закріплення за кожним робочим місцем однієї технологічної операції дозволяє застосовувати конвеєр, спеціальне обладнання, механізувати й автоматизувати трудомісткі процеси. Вимоги до рівня кваліфікації робітників при цьому суттєво знижуються.

На принципах одиничного виробництва виконують ремонт вантажних транспортних засобів в спеціалізованих ремонтних майстернях, а також ремонт та виготовлення причіпного складу на заводах і в майстернях.

До умов масового виробництва наближений ремонт електричних двигунів та інших складових одиниць транспортних засобів на спеціалізованих заводах з великим обсягом випуску продукції.

Розподіл ремонтів транспортних засобів між депо та ремонтним заводом або спеціалізованою ремонтною майстернею виконують, виходячи з економічних та кон'юнктурних вимог. Економічну користь при розподілі ремонтів транспортних засобів між депо та ремонтним заводом визначають, використовуючи рекомендації проф. І.С. Левітського:

$$(t_{\tau} + t_{\text{д.з.}} + t_{\text{з.р}})C_{\text{в}} + C_{\tau} + C_{\text{з.р}} < (t_{\text{д.д}} + t_{\text{д.р}})C_{\text{в}} + C_{\text{д.р}}, \quad (3.2)$$

де t_{τ} , $t_{\text{д.з.}}$, $t_{\text{з.р}}$ – затрати часу (в днях) відповідно на перевезення транспортних засобів з депо до заводу, на чекання ремонту транспортних засобів на заводі, на заводський ремонт;

$t_{\text{д.д}}$, $t_{\text{д.р}}$ – затрати часу (в днях) відповідно на чекання ремонту транспортних засобів в депо, на деповський ремонт;

$C_{\text{в}}$, C_{τ} , $C_{\text{з.р}}$, $C_{\text{д.р}}$ – виражена у гривнях середньоденна виручка на одиницю транспортних засобів даного типу в експлуатації, вартість транспортування транспортних засобів з депо до заводу, вартість заводського й деповського ремонтів.

У тому випадку, коли права частина нерівності більша лівої, то економічно вигідним є заводський ремонт. Якщо ж права частина нерівності менша лівої, то економічно вигідним є деповський ремонт.

Аналіз цієї нерівності показує, що економічна вигода заводського ремонту визначається: співвідношенням вартостей $C_{\text{з.р}}$ та $C_{\text{д.р}}$; вартістю транспортування C_{τ} , співвідношенням затрат часу $(t_{\tau} + t_{\text{д.з.}})$ у порівнянні з $t_{\text{д.д}}$ та часу $t_{\text{з.р}}$ у порівнянні з $t_{\text{д.р}}$.

Внаслідок невеликої програми ремонтних робіт оснащення депо технологічним обладнанням, яке необхідне для виконання крупних ремонтів транспортних засобів, економічно не виправдовується завдяки його низькому коефіцієнту використання. Тому, звичайно, $t_{д,р} > t_{з,р}$ та $C_{д,р} > C_{з,р}$. З другого боку, як правило, $t_{т} + t_{д,з} > t_{д,д}$. Тому на економічну ефективність концентрації ремонтів транспортних засобів на ремонтних заводах суттєво впливає територіальне розміщення заводу відносно підрозділів ЕТ, які він обслуговує, та наявність транспортних зв'язків між ними.

Суттєво впливає на розподіл ремонтів між депо та ремонтним заводом трудомісткість ремонтних робіт. Зменшення їх трудомісткості призводить до зменшення різниці між $C_{з,р}$ та $C_{д,р}$ і тим самим вигіднішим виявиться деповський ремонт. Навпаки, при високій трудомісткості ремонтних робіт $C_{з,р} \ll C_{д,р}$ більш вигідним виявиться заводський ремонт. Цим визначається те, що роботи з профілактичного обслуговування виконують в депо, а трудомісткі, крупні планові й позапланові роботи, що потребують спеціального дорогого обладнання, – на ремонтному заводі.

За орієнтованими даними організація ремонту транспортних засобів на заводі виправдовує себе за програми не менше ніж 300 ремонтів на рік. За меншої програми – ремонт доцільно виконувати в ремонтній майстерні. Цю цифру, однак, потрібно розглядати як орієнтовану, яку в кожному конкретному випадку уточнюють.

3.2. Організаційна структура ремонтного заводу

Під організаційною структурою ремонтного підприємства розуміють форму організації керування ремонтним підприємством. В основу розробки організаційної структури мають бути покладені: принципи єдиноначальності, господарський розрахунок цехів, повне використання робочого часу робітників та службовців, недопущення знеособлення в технічному обслуговуванні й ремонті транспортних засобів, мінімальні накладні витрати.

Структура ремонтних підприємств транспортних засобів визначається робочою програмою, обсягом і характером виконуваних ремонтних робіт та групою підприємства за оплатою праці. Найбільший перелік робіт та відповідно найбільш розвинена організаційна структура характерні для підприємства серійного типу з капітального ремонту транспортних засобів, яким є ремонтний завод. Організаційна структура ремонтного заводу включає:

- керівництво (директор, головний інженер, заступники директора);
- структурні підрозділи управління виробництвом (виробничий та диспетчерський відділи);
- служби й підрозділи головного інженера (головного конструктора, головного технолога та головного енергетика, відділ механізації та автоматизації виробничих процесів, заводська лабораторія);
- підрозділи забезпечення (бухгалтерія, планово-економічний відділ, відділ технічного контролю, відділ праці та заробітної плати, відділ кадрів);

- підрозділи постачання й збуту (адміністративно-господарський відділ, відділ постачання, відділ збуту, транспортний відділ та ін.);
- виробничі підрозділи (основні виробничі цехи та дільниці, служби допоміжного виробництва й склади).

Виробничі цехи та дільниці поділяють на три класи залежно від одиниці вимірювання роботи, яку там виконують. До цехів та дільниць першого класу відносять виробничі підрозділи, де облік роботи (виробничу програму) ведуть у штуках (наприклад, підрозділи з розбирання та складання транспортних засобів і їх складальних одиниць).

Для цехів та дільниць другого класу характерним є те, що облік роботи представляють в одиницях маси (кг). До них відносять ковальські, ресорні, термічні та виварювальні підрозділи. У третьому класі цехів та дільниць роботу вимірюють одиницями поверхні, яку обробляють, тобто м^2 та дм^2 . Це є характерним для гальванічних, металізаційних, зварювальних та малярних підрозділів.

Для забезпечення програми ремонтного виробництва на заводах є група цехів основного виробництва, допоміжні цехи, складське господарство, енергетичні та транспортні споруди, санітарно-технічне обладнання, адміністративно-господарські приміщення.

Групу цехів основного виробництва складають цехи, які виключно зайняті ремонтом, модернізацією та виготовленням нових транспортних засобів, запасних частин, тобто виконанням основної програми ремонтного заводу. До основної групи цехів відносять:

1. *Розбиральний цех*, в якому виконують підготовку транспортних засобів до ремонту, демонтаж кузовного обладнання, піднімання кузову та викочування візків, колісних пар або мостів. Такі окремі цехи доцільно споруджувати тільки на великих заводах з великою програмою ремонту. На менш великих заводах ці роботи виконують в кузовному цеху на спеціальних дільницях.

2. *Кузовний цех*, в якому при відсутності приміщення для підготовки транспортних засобів до ремонту та розбирального цеху виконують підготовку транспортних засобів до ремонту, піднімання, демонтажні, ремонтні й монтажні роботи безпосередньо на кузові, ремонт окремих вузлів кузовного обладнання поза кузовом, остаточне складання транспортних засобів та випуск його з ремонту.

За характером робіт кузовний цех є головним цехом ремонтного заводу. Всі останні цехи працюють на забезпечення кузовного цеху. Основними дільницями (відділеннями) кузовного цеху є: ремонтно-складська, де рухомий склад готують до ремонту, розбирають його з викочуванням візків або мостів, а також виконують демонтажні, ремонтні й монтажні роботи безпосередньо на кузові; листоправильно-жерстяницька, де виконують ремонт та виготовлення окремих деталей, каркасу, обшивки та кузовного обладнання (дверей, вікон); електромонтажна, де ремонтують та заміняють на кузові електричну проводку, демонтують й монтують все електричне обладнання в кузові, під кузовом та на даху; трубомонтажна (пневматична), де проводять демонтаж пневматичного

обладнання з наступною передачею його в ремонт та установкою після ремонту, ремонт та виготовлення нових повітропроводів, ремонт та випробування резервуарів стиснутого повітря; слюсарна, де виконують різні слюсарні роботи, пов'язані з ремонтом кузова та монтажем механічного обладнання.

3. *Візковий цех*, де проводять ремонт балок та рам візків, розбирання, ремонт та складання деталей гальмових пристроїв та ресорного підвішування, загальне складання візків. Відремонтовані тягові двигуни, колісні пари з редукторами та ресори візковий цех отримує відповідно із електромеханічного, колісно-редукторного та ковальсько-ресорного цехів. У візковому цеху проводять складання та прикатування колісно-моторних блоків при рамно-осьовий підвісці двигунів, повне складання візків. Продукцію цеху – повністю складений візок передають у кузовний цех для підкачування під вагон.

До складу візкового цеху відносяться: рамне відділення, де проводять ремонт рам та розбирання і складання візків; дільниця лиття, де очищують деталі перед передачею їх на дільницю дефектації; слюсарне відділення, де ремонтують букси, шворневі балки, гальмові пристрої та ресорне підвішування.

4. *Колісно-редукторний цех*, де проводять ремонт, переформування, а також виготовлення нових колісних пар, ремонт редукторів, виготовлення нових зубчатих передач, ремонт букс. До складу цього цеху відносяться колісно-токарне, редукторне та роликопідшипникове відділення.

5. *Агрегатний цех*, де проводять ремонт агрегатів механічного обладнання тролейбусів ведучих та керованих мостів, редукторів карданної передачі, рульового керування. Агрегатний цех складається з демонтажної та редукторної дільниць, дільниць ремонту мостів, рульових механізмів та карданних валів.

6. *Електротехнічний цех*, де проводять ревізію та ремонт електричних двигунів, електричних апаратів, реостатів та електричних приладів. Він складається з електромашинного, електроапаратного, насичувально-сушильного відділень та випробувальної станції.

7. *Пневматичний цех*, в якому проводять ревізію, ремонт та випробування компресорів і приладів пневматичного обладнання транспортних засобів. Цех має ремонтні дільниці та випробувальну станцію.

8. *Гальванічний цех*, в якому відновлюють деталі та наносять на них захисно-декоративні покриття. Цех має підготовчо-обробне відділення та відділення гальванічних покриттів.

9. *Столярно-оббивний цех*, в якому ремонтують і виготовляють деталі транспортних засобів з дерева, проводять оббивку подушок та спинок м'яких диванів. Цех має у своєму складі столярне, деревообробне та оббивне відділення. Крім цього, цех виконує також господарчі та ремонтно-будівельні роботи з обслуговування потреб заводу.

10. *Механічний цех*, в якому обробляють старі та виготовляють нові деталі транспортних засобів за допомогою верстатів різноманітного призначення. Цей цех покриває витрати деталей, які вибраковані при дефектації. Крім того, тут виконують програму заводу з виготовлення запасних частин для потреб приписаних депо.

11. *Малярний цех*, де виконують роботи із зовнішнього та внутрішнього фарбування транспортних засобів, поліруванню та лакуванню дерев'яних деталей, виконують скляні роботи. Цех має у своєму складі малярно-живописне, фарбоприготувальне та скляне відділення.

12. *Ливарний цех*, в якому одержують заготовки для виготовлення нових деталей для складальних одиниць транспортних засобів, а також проводять відновлення деталей методами термічного наплавлення. Цех складається з модельного, формувального, сушильного та плавильно-заготівельного відділень.

13. *Ковальсько-ресорний цех*, в якому проводять ремонт деталей транспортних засобів методами ковальського зварювання, виправлення, пластичного деформування, виготовляють поковки нових деталей для наступної механічної обробки, проводять ремонт та виготовлення нових сталевих ресор і пружин, а також термічну й хіміко-термічну обробку деталей транспортних засобів. Цех складається з ковальського, ресорного та термічного відділень.

14. *Зварювальний цех*, в якому виконують відновлення деталей методами електродугового та газового зварювання і наплавлення, а також зварювальні роботи з виготовлення нових деталей. Цех має електро- та газозварювальне відділення.

15. *Цех пластмас та пресвиробів*, в якому виготовляють різні деталі складальних одиниць транспортних засобів з пластмас методами пресування та проводять декоративну обробку металевих деталей напиленням епоксидних смол.

До групи допоміжних цехів відносять цехи, що обслуговують технологічний процес ремонту, але безпосередньої участі в ремонті транспортних засобів не беруть.

16. *Інструментальний цех*, в якому виготовляють спеціальний інструмент та технологічну оснастку – штампи, прес-форми, редуктори, верстатні пристрої та нестандартне технологічне обладнання для власних потреб заводу та приписаних депо.

17. *Ремонтно-механічний цех*, де виконують ремонт верстатного та іншого механічного обладнання заводу та приписаних депо.

18. *Електроремонтний цех*, в якому виконують ремонт електричного обладнання заводу та приписаних депо.

19. *Ремонтно-будівельний цех*, де проводять ремонт будівель та споруд заводу, а також необхідні будівельні роботи.

20. *Центральна заводська лабораторія*, яка має відділення у всіх цехах основного виробництва, проводить контрольні й типові випробування відремонтованих складальних одиниць транспортних засобів, хімічні й металографічні аналізи, перевіряє якість матеріалів, які використовують у виробництві.

До складського господарства ремонтних заводів відносяться відкриті майданчики, навіси, центральний склад матеріалів і напівфабрикатів, складські майданчики та приміщення в ремонтних цехах, центральний і місцеві склади палива котельної та цехів металургійного комплексу, склад паливно-мастильних матеріалів та хімікатів, склад лісу з лісосушилкою.

До енергетичних споруд відносяться: під'їзні та внутрішньозаводські рейкові колії та колійне обладнання, депо для збереження та ремонту транспортних засобів, гаражі для електрокар та автотранспорту, підйомно-транспортне обладнання на перевалочних майданчиках, цехові транспортні пристрої: мостові крани, кран-балки, стрічкові транспортери.

До санітарно-технічних пристроїв відносяться: мережа опалення (паропровід) у середині будівель і на заводському майданчику, вентиляційні установки, обладнання та мережа водопостачання і каналізації (з насосами й очисними станціями, водосховищами).

До адміністративно-господарських приміщень відносяться: заводоуправління та приміщення громадських організацій (профспілкового комітету, заводського клубу), бібліотеки; приміщення медичної служби: санчастина, поліклініка; їдальні, буфети; пожежне депо з приміщеннями для обслуговуючого персоналу; прохідні та приміщення охорони; телефонна станція.

3.3. Характеристика параметрів ремонтних підприємств транспортних засобів

Кожне ремонтне підприємство та елементи його структури(цех, відділення, дільниця) характеризують параметрами, які визначають при атестації, проектуванні чи реконструкції. До цих параметрів відносять: сумарну трудомісткість ремонтного підприємства, кількість робочих місць, обліковий та наявний склад робітників, кількість обладнання, величину праці. Їх визначають в наступній послідовності, використовуючи вихідні дані, до яких належать: виробнича програма, режим роботи ремонтного підприємства, річні фонди часу, трудомісткість ремонту одиниці транспортних засобів.

Виробнича програма N ремонтного підприємства або елементів його структури характеризується обсягом випуску товарної продукції на протязі календарного року. Її установлюють в кількісних одиницях (штуках), в одиницях маси (кг) і в одиницях площі (m^2 , dm^2), використовуючи завдання на проектування. В тих випадках, коли на ремонтному підприємстві відновлюють рухомий склад різноманітних моделей, для зручності вираження та спрощення проектних розрахунків виробничу програму приводять до однієї моделі з допомогою коефіцієнта, який відображає конструктивно-технологічні особливості. Цей коефіцієнт кількісно характеризує відношення трудомісткості ремонту транспортних засобів моделі, що приводять, до трудомісткості моделі, яку приймають за основу.

Режим роботи ремонтного підприємства визначають за допомогою завдання на проектування. Його характеризує кількість робочих днів у календарному році, тривалість робочого тижня і робочої зміни в годинах, та кількість робочих змін. Кількість робочих змін установлює адміністрація ремонтного підприємства в залежності від обсягу та умов роботи. Усі дані щодо режиму роботи, за винятком кількості робочих змін, суворо регламентують згідно з діючим трудо-

вим законодавством.

Річні фонди робочого часу визначають окремо для працюючих робітників і обладнання. Розпізнають два види вічних фондів часу: календарний та дійсний.

Календарний річний фонд часу робітника Φ_k визначають кількістю робочих днів на рік і тривалістю робочого тижня, тобто визначають режимом роботи підприємства. При п'ятиденному робочому тижні календарний фонд часу робітника за розрахунковий період визначають за формулою

$$\Phi_k = (a_k - a_v - a_c) \cdot t_3, \quad (3.3)$$

де a_k, a_v, a_c – кількість календарних, вихідних і святкових днів;

t_3 – тривалість робочої зміни.

При п'ятиденному робочому тижні з двома вихідними днями $t_3 = 8,2$ год, а при шестиденному робочому тижні $t_3 = 7,0$ год.

При шестиденному робочому тижні

$$\Phi_k = (a_k - a_v - a_c) \cdot t_3 - (a_{пв} + a_{пс}), \quad (3.4)$$

де $a_{пв}, a_{пс}$ – число передвихідних і передсвяткових днів, тривалість робочої зміни яких скорочують на одну годину.

Календарний фонд часу обладнання $\Phi_{к.о}$ відповідно при п'ятиденному та шестиденному робочих тижнях визначають за формулами

$$\Phi_{к.о} = (a_k - a_v - a_c) \cdot t_3 \cdot n_3; \quad (3.5)$$

$$\Phi_{к.о} = [(a_k - a_v - a_c) \cdot t_3 - (a_{пв} + a_{пс})] \cdot n_3, \quad (3.6)$$

де n_3 – кількість робочих змін на добу.

Дійсний фонд робочого часу робітника Φ_d відповідно з п'ятиденним та шестиденним робочим тижнем визначають за формулами

$$\Phi_d = (a_k - a_v - a_c - a_{від}) \cdot t_3 \cdot \eta_p; \quad (3.7)$$

$$\Phi_{к.о} = (a_k - a_v - a_c - a_{від}) \cdot t_3 \cdot \eta_p - (a_{пв} + a_{пс}), \quad (3.8)$$

де $a_{від}$ – кількість відпускних днів у запланованому періоді;

η_p – коефіцієнт, який ураховує пропуски роботи по важливим причинам (приймають, що $\eta_p = 0,96$).

Щорічна основна відпустка надається працівникам не менш, як 24 календарних дні за відпрацьований робочий рік. За роботу із шкідливими і важкими умовами праці робітники (ковалі, мідники, акумуляторники, малярі, ливарники, електро- та газозварювальники, вулканізаторники, гальваніки та випробувальники) отримують щорічну додаткову відпустку тривалістю до 35 календарних днів.

Календарний річний фонд часу роботи обладнання використовують не повністю тому, що воно підлягає планово-попереджувальному технічному обслуговуванню та ремонту, в робочий час.

Дійсний річний фонд часу обладнання $\Phi_{д.о}$ визначають за формулою

$$\Phi_{д.о} = \Phi_{к.о} \cdot \eta_o, \quad (3.9)$$

де η_o – коефіцієнт використання обладнання знаходиться в межах $0,96 \div 0,98$. Його величина залежить від кількості робочих змін на добу.

Сумарну трудомісткість ремонтного підприємства та елементів його структури T_{Σ} визначають за формулою

$$T_{\Sigma} = T \cdot N, \quad (3.10)$$

де T – трудомісткість ремонту одиниці транспортних засобів, чол/г.

Трудомісткість ремонту – величина витрат живої людської праці для здійснення ремонтних робіт. Її визначають за документами технологічного процесу, який розробляють завчасно, або за укрупненими типовими нормами часу, які одержують на основі досвіду існуючих проектів передових ремонтних підприємств з урахуванням досягнень науково-технічного прогресу.

В тих випадках, коли на ремонтному підприємстві відновлюють рухомий склад різноманітних моделей, то сумарну річну трудомісткість визначають за формулою

$$T_{\Sigma} = T_1 N_1 + T_2 N_2 + \dots + T_i N_i, \quad (3.11)$$

де T_1, T_2, T_i – трудомісткість ремонту транспортних засобів різноманітних моделей;

N_1, N_2, N_i – виробничі програми ремонту транспортних засобів різноманітних моделей.

Трудомісткість ремонту не є постійною величиною. Вона залежить від технічного стану ремонтного фонду, концентрації ремонтних робіт та оснащення ремонтного підприємства обладнанням, інструментом і випробувальними пристроями.

Кількість робочих місць m визначають найчастіше за трудомісткістю технологічних операцій за формулою

$$m = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_k \cdot n_z \cdot k_r \cdot k_{pm}}, \quad (3.12)$$

де k_r – коефіцієнт щільності роботи, який дорівнює середній кількості робітників на одному робочому місці;

k_{pm} – коефіцієнт завантаження робочого місця, який знаходиться в межах $0,9 \div 0,95$.

До складу працівників ремонтного підприємства входять: виробничі і допоміжні робітники, інженерно-технічні працівники, розрахунково-конторський персонал та особовий склад пожежно-сторожової охорони.

При проектуванні ремонтних підприємств визначають тільки кількість виробничих робітників. Кількість допоміжних робітників по відношенню до кількості виробничих повинно бути не більше 12 – 15 %. Кількість інженерно-технічних працівників, розрахунково-конторського персоналу та особового складу пожежно-сторожової охорони відповідно розраховують 8–10, 4–6, 1–2 % від суми виробничих і допоміжних робітників.

Розпізнають обліковий та наявний склад робітників. *Обліковий склад* – повний склад працівників, що зараховані до списків підприємства. *Наявний склад* – склад працівників, які фактично працюють.

Обліковий склад $P_{об}$ та наявний склад $P_{яв}$ виробничих працівників визна-

чають відповідно за формулами

$$P_{об} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{д}}; P_{яв} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{к}} \quad (3.13)$$

На окремих ділянках, де мають перевагу машинні способи роботи і річний обсяг виробництва оцінюють верстатомісткістю (верст.-чол.), кількість робітників визначають відповідно обладнанню, яке там установлене. До того ж спочатку визначають наявний склад, а потім збільшенням його в середньому на 10 % установлюють обліковий склад.

Кількість обладнання S визначають:

– за трудомісткістю (верстатомісткістю) за формулою

$$S = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{д.о}}, \text{ шт.} \quad (3.14)$$

За трудомісткістю розраховують кількість потрібного обладнання при ручному і машинно-ручному способах роботи (наприклад, при виконанні технологічних операцій під час розбирання та складання складальних одиниць транспортних засобів).

Верстатомісткість використовують при визначенні обладнання для верстатних робіт (наприклад, для механічної обробки на металорізних та деревообробних верстатах);

– за тривалістю технологічних операцій за формулою

$$S = \frac{(\tau_1 + \tau_2)N}{\Phi_{д.о} n_o}, \quad (3.15)$$

де τ_1 – тривалість основної технологічної операції;

τ_2 – сумарна величина тривалості усіх допоміжних операцій;

n_o – число виробів, які одночасно обробляють кожною одиницею обладнання.

За тривалістю технологічних операцій визначають кількість обладнання для миття, випробування, фарбування та сушіння транспортних засобів і їх складальних одиниць;

– за фізичними параметрами, якими можуть бути загальна маса – G_p або загальна площа поверхні покриття виробів – F_p , які обробляють на протязі року, за формулами

$$S = \alpha \frac{G_p}{q \cdot \Phi_{до}}; \quad (3.16)$$

$$S = \alpha \frac{F_p}{f \cdot \Phi_{до}}; \quad (3.17)$$

де α – коефіцієнт, який враховує втрати часу виробничої роботи;

q – продуктивність одиниці обладнання;

f – годинна продуктивність одиниці обладнання під час нанесення одного шару матеріалу.

За допомогою фізичних параметрів визначають кількість необхідних печей для нагрівання деталей під час кування і термічної обробки деталей, а також обладнання для наплавлення, напилення, гальванічних та лакофарбових покриттів.

Необхідно мати на увазі, що не все обладнання ремонтного підприємства визначають розрахунковим шляхом. На деяких ділянках частину обладнання вибирають, враховуючи умови фактичної необхідності для виконання технологічного процесу.

Величину площі виробничої ділянки F_d , m^2 (цеху, відділення) визначають за укрупненими показниками і за габаритними параметрами обладнання з урахуванням потреб в проходах та проїздах.

За укрупненими показниками площу виробничої ділянки визначають за формулами з урахуванням наступних особливостей:

– за кількістю робочих місць

$$F_d = f_m \cdot T, \quad (3.18)$$

де f_m – питома площа на одне робоче місце, m^2 ;

– за кількістю виробничих працівників

$$F_d = f_p \cdot P_{об}, \quad (3.19)$$

де f_p – питома площа на одного виробничого працівника, m^2 ;

– за питомою площею, яку відносять до одного верстату

$$F_d = f_s \cdot S, \quad (3.20)$$

де f_s – питома площа на один верстат.

Числові значення питомих площ на одне робоче місце, на одного виробничого працівника, на один верстат визначають за довідниковою літературою, а також за даними аналогічних ділянок передових ремонтних підприємств транспортних засобів.

Площу виробничих ділянок за габаритними параметрами обладнання з урахуванням потреб в проходах і проїздах визначають за формулою

$$F_d = \delta(F_1 S_1 + F_2 S_2 + \dots + F_n S_n), \quad (3.21)$$

де δ – коефіцієнт переходу від площі, яку займає саме обладнання, до площі ділянки з урахуванням її призначення;

F_1, F_2, \dots, F_n – площі на плані, які займають обладнанням 1, 2, ..., n-го типу;

S_1, S_2, \dots, S_n – кількість обладнання відповідного типу.

Числове значення коефіцієнта переходу приймають в залежності від призначення ділянки. Так для ділянок:

– слюсарно-механічних, комплектації, дефектації та сортування деталей $\delta = 3,0 \dots 3,5$;

– розбирально-мийних і складання складальних одиниць, гальванічних, відновлення базових деталей $\delta = 3,5 \dots 4,0$;

– розбирально-мийних і складання транспортних засобів, відновленню рам, кузовів, ковальсько-ресорних та зварювання $\delta = 4,0 \dots 4,5$;

– фарбувальних, регулювальних та випробувальних $\delta = 4,5 \dots 5,0$.

Остаточне рішення щодо величини площі ділянки приймають після перевірки розрахунків графічним способом згідно з планом розміщення обладнання. Загальну площу розподіляють наступним чином: виробничу – 100 %, допоміжну, складську, конторсько-побутову – відповідно 12, 8 та 6 % від виробничої.

ЧАСТИНА 2

ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

4. Прийняття транспортних засобів до ремонту та технологічний процес їх розбирання

4.1. Організація прийняття транспортних засобів до ремонту

Ефективність капітального ремонту транспортних засобів значно залежить від технічного стану ремонтного фонду та його комплектності. Технічний стан ремонтного фонду дуже впливає на техніко-економічні показники ремонтного виробництва, тому що він зумовлює рівень трудових та матеріальних витрат.

Згідно з вимогами ДСТ 1.9504-74 рухомий склад приймають до ремонту укомплектованим і за наявності наступних документів:

- довідки щодо напращування;
- акта щодо технічного стану;
- технічного паспорту, який повинен бути заповненим.

Для прийняття до ремонту ремонтного фонду оформляють приймально-здавальний акт у трьох екземплярах, де відмічають:

- найменування об'єкта ремонту;
- технічний стан на його комплектність;
- найменування замовника;
- тривалість знаходження в ремонті, що не повинна перевищувати числового значення, яке вказане в наказі МЖКГ України №120 від 3.12.1991 р.

Акт підписують представники від ремонтного підприємства та замовника. Після цього його засвідчують печаткою і перший примірник відправляють до відділу збуту ремонтного підприємства, другий – замовнику, а третій – залишається з об'єктом ремонту.

Прийняття транспортних засобів до ремонту виконує представник відділу технічного контролю ремонтного підприємства. Він робить письмовий висновок на приймально-здавальному акті, що технічний стан ремонтного фонду відповідає встановленим вимогам. Цей висновок він робить за результатами зовнішнього огляду, перевірки на контрольно-випробувальних стендах або з використання інших засобів об'єктивного контролю та діагностування, а також розбирання в необхідному обсязі для контролю складальних одиниць транспортних засобів. Відмови транспортних засобів та його складальних одиниць повинні бути наслідком нормальної експлуатації та природного фізичного зносу.

Тролейбуси, які надходять до капітального ремонту, повинні мати придатні

до експлуатації акумуляторні батареї і всі колеса й шини. Висота рисунка проектора шин має бути не менше 1 мм.

Недоукомплектований рухомий склад або рухомий склад з аварійними пошкодженнями приймають до капітального ремонту тільки за наявністю письмового дозволу керівника ремонтного підприємства. Характер, розміри аварійних пошкоджень та некомплектність вказують у довідці щодо технічного стану транспортних засобів або в приймально-здавальному акті.

До капітального ремонту рухомий склад однозначно не приймають, якщо його базова деталь підлягає списанню відповідно до діючих нормативно-технологічних документів.

Збереження ремонтного фонду на всіх етапах капітального ремонту суттєво впливає на економіку ремонтного підприємства. Тому для збереження транспортних засобів та його складових одиниць на ремонтному підприємстві існує склад ремонтного фонду. Його оснащують естакадами, багатоярусними стелажми й засобами механізації вантажно-розвантажувальних робіт.

Видачу транспортних засобів та його складальних одиниць із складу ремонтного фонду в цех розбирання виконують за накладними.

4.2. Технологічний процес розбирання транспортних засобів

У виробничому процесі капітального ремонту транспортних засобів важливе місце відводять технологічному процесу розбирання. Він являє собою сукупність різноманітних технологічних операцій на роз'єднання транспортних засобів на деталі в технологічній послідовності, яка визначена нормативно-технологічними документами з використанням необхідного обладнання, пристроїв та інструменту. До нормативно-технологічних документів відносяться: карта ескізів, маршрутна карта розбирання, карта типового технологічного процесу очищення, відомості відносно деталей.

Технологічний процес розбирання за ступенем деталізації відносять до маршрутно-операційного процесу. Його розробляють як для всіх транспортних засобів, тобто для загального розбирання, так і для складальних одиниць. При розбиранні транспортних засобів забезпечують максимальне збереження деталей, оскільки на ремонтному підприємстві до 70 % деталей залишають для повторного використання. Акуратне розбирання, крім того, впливає на якість та собівартість готової продукції під час ремонту.

В ході розбирання транспортних засобів та його складальних одиниць на деталі зустрічаються рухомі й нерухомі їх з'єднання. У свою чергу рухомі й нерухомі з'єднання деталей підрозділяють на розбірні й нерозбірні.

Розбірними з'єднаннями є такі з'єднання, які можна розібрати без пошкодження сполучених деталей. Кількість розбірних з'єднань деталей, в залежності від конструктивних особливостей транспортних засобів, складає до 70 % усіх з'єднань. Решту з'єднань відносять до нерозбірних, хоч в умовах ремонтного підприємства транспортних засобів деяка частина цих з'єднань піддається розбиранню.

Нерухомі нерозбірні з'єднання деталей з плоскими поверхнями виконують

за допомогою зварювання, пайки, клепа́ння, а деталей з гладкими циліндричними поверхнями – за допомогою зварювання, пайки, склеювання, розвальцювання та гарячих пресових посадок.

Нерухомі розбірні з'єднання деталей з плоскими поверхнями, які є сполученими, виконують за допомогою болтів та шпильок. Їх вкручують в різьбовий отвір однієї з сполучених деталей. Деталі з гладкими циліндричними поверхнями з'єднують за допомогою нерухомих або рухомих посадок, а з другими циліндричними – за допомогою шліців, різьби та допоміжних деталей – шпонок, штифтів, клинців.

Рухомі розбірні з'єднання застосовують для деталей з гладкою циліндричною або шліцевою поверхнею.

Найбільш масовими з'єднаннями двох деталей є посадки з натягом. Серед цих з'єднань найбільший відсоток припадає на підшипники, шестерні, втулки.

Технологічний процес розбирання включає такі основні технологічні операції:

- розбирання транспортних засобів на складальні одиниці;
- розбирання складальних одиниць на деталі;
- вантажо-розвантажування;
- контроль та сортування деталей.

Розбирання транспортних засобів на складальні одиниці проводять в корпусі розбирання або в кузовному цеху, а розбирання складальних одиниць – на місцях розбирання в цехах: візковому, агрегатному, електротехнічному, пневматичному та гідравлічному.

Технологічний процес розбирання транспортних засобів визначають виходячи з особливостей його конструкції та послідовності. Так, першою технологічною операцією демонтажу (розбирання) електричних апаратів є перевірка наявності усіх маркувань на дротах та відновлення тих, що відсутні. Наявність повного маркування полегшує пошук відмов в електричних схемах і значно спрощує монтажні роботи.

Технологічний процес демонтажних робіт розробляють так, щоб виключити можливість пошкодження як самого обладнання, яке знімають, так і того, що розміщене поряд. Він визначається конструктивними особливостями транспортних засобів, розміщенням обладнання та схемою організації ремонту і тому для трамвайних вагонів та тролейбусів різних типів може бути різним.

У тих випадках, коли відсутня нормативно-технологічна документація, спочатку знімають деталі, які можна легко пошкодити (трубопроводи, штанги, важелі, тяги, тощо). Потім демонтують окремі складні агрегати, які розбирають на інших робочих місцях. При зніманні деталей з чавуну, що закріплені великою кількістю болтів, запобігаючи виникненню тріщин, спочатку відкручують на півоберту всі болти або гайки і тільки після цього відкручують їх до кінця. Заржавілі з'єднання перед відкручуванням змочують гасом.

Технологічний процес розбирання транспортних засобів складається з невеликої кількості повторних типових операцій: розпресування, розбирання різьбових з'єднань та підшипникових вузлів.

Запресовані деталі знімають за допомогою преса, знімача або спеціального

пристрою. При випресуванні підшипника з корпусу зусилля прикладають до зовнішнього кільця, а при випресуванні підшипника з вала – до внутрішнього кільця.

4.3. Механізація розбиральних робіт транспортних засобів та види їх обладнання

Одним з основних моментів, що характеризують культуру розбиральних робіт, є їх механізація, тобто раціональне використання конвеєрів, підйомників, механізованого інструменту та знімачів.

Поточне розбирання транспортних засобів та його складальних одиниць виконують на конвеєрах і естакадах. Конвеєри розподіляють та вантажоведучі та вантажонесучі. Вантажоведучі конвеєри переміщують рухомий склад по підлозі, не сприймаючи навантаження від його маси. Вантажонесучі конвеєри також переміщують рухомий склад по підлозі, але, крім того, вони ще й несуть на собі вантаж.

Для встановлення і закріплення складальних одиниць транспортних засобів використовують стенди, естакади. За кількістю встановлених одиниць їх класифікують на одномісні й багатомісні, за призначенням – на універсальні й спеціальні – комбіновані.

Універсальні стенди використовують для встановлення однотипових складальних одиниць різних моделей транспортних засобів або різних складальних одиниць однієї моделі транспортних засобів.

Комбіновані стенди – найбільш раціональні, тому що вони закомплектовані різними видами механізованого й спеціального інструмента.

Для розбирання складальних одиниць на рухомих постах потокової лінії застосовують стенд-естакаду (естакадний конвеєр).

Основне обладнання для розбирання посадок з натягом – преси чи знімачі. У залежності від розміщення штока та напрямку його дії преси бувають: вертикальними й горизонтальними, а в залежності від їх використання – стаціонарними й переносними. Крім того, преси розділяють на універсальні й спеціальні, ручні й привідні. Ручні преси бувають ресечними, гвинтовими та ексцентриковими, а приводні – пневматичними, гідравлічними чи електромагнітними.

У ремонтному виробництві транспортних засобів часто застосовують переносний гідравлічний прес-знімач (рис. 4.3.1), за допомогою якого знімають різні деталі, а також застосовують універсальні й спеціальні знімачі (рис. 4.3.2).

Більше половини всіх з'єднань деталей транспортних засобів відносять до різьбових. Їх розбирання виконують за допомогою ручного та механізованого (електричного, пневматичного та гідравлічного) інструменту. В ремонтному виробництві для цієї мети широке розповсюдження дістали пневматичні гайковерти ударно-імпульсної дії марок П-3002, П-3003, П-3128, ПЗ130, П-3133, П-3134, П-3137. На рис. 4.3.3 показана будова гайковерта марки П-3130. Відсутність реактивного моменту дозволяє використовувати такий інструмент для розбирання – з'єднання деталей різного діаметра.

Для розбирання різьбових з'єднань використовують також електричні гай-

коверти марок ЄКУ-2, ЄГ-12, ЄК-5, С-718, С-681, С-502, Є-3111, ЄП-1240.

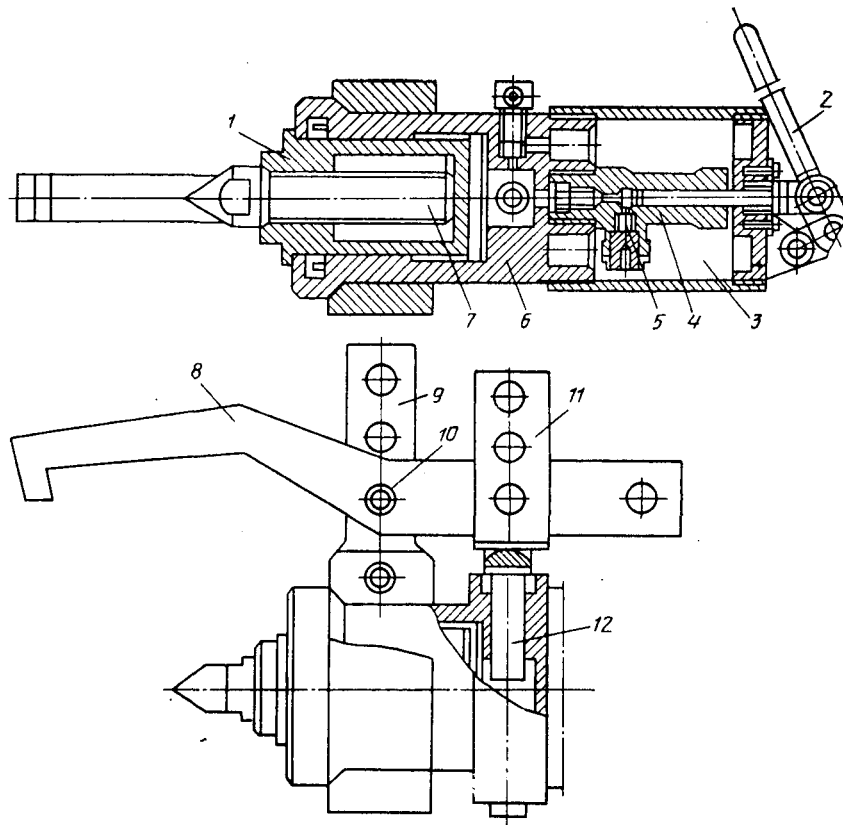


Рис. 4.3.1 – Переносний гідравлічний прес – знімач: 1 – відцентровий плунжер; 2 – рукоятка; 3 – масляний резервуар; 4 – ручний плунжерний насос; 5 – перепускний клапан; 6 – корпус; 7 – висувний упорний гвинт; 8 – лапа; 9 – знімаюча траверса; 10 – болт; 11 – скоба.

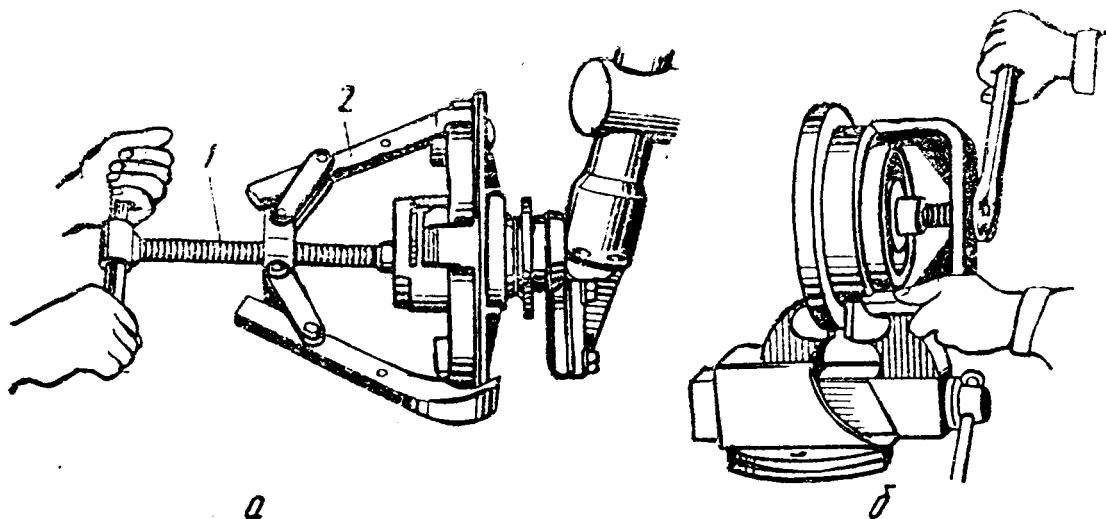


Рис. 4.3.2 – знімачі: а – універсальний; б - спеціальний

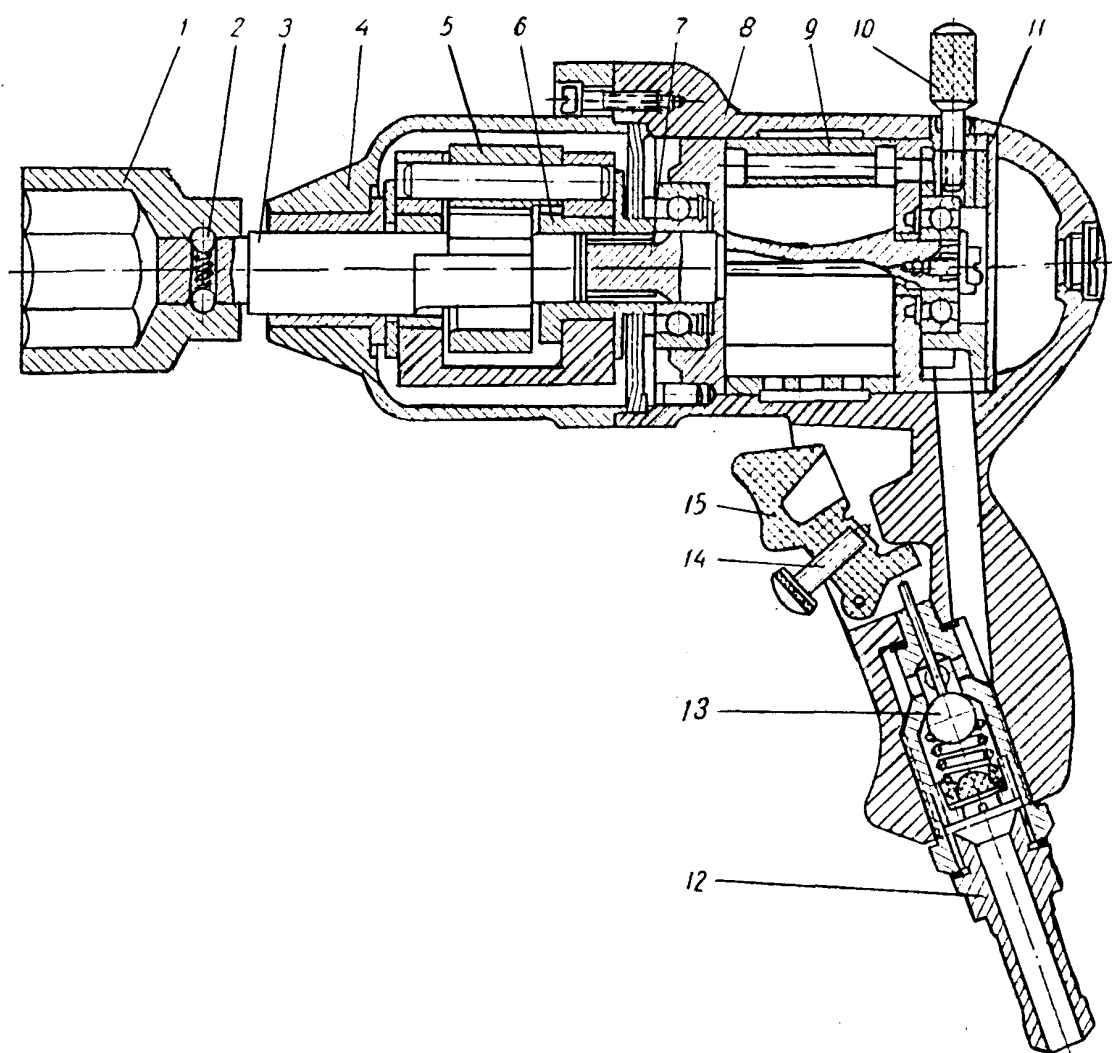


Рис. 4.3.3 – Пневматичний реверсивний гайковерт П-3130: 1 – змінна торцева головка; 2 – кулька торцевої головки; 3 – шпindel, 4 – корпус ударного механізму; 5 – ударний механізм; 6 – шліцьова муфта; 7 – вал ротора реверсивного ротаційного пневматичного двигуна; 8 – корпус ротаційного пневматичного двигуна; 9 – ротаційний пневматичний двигун; 10 – палець повітрянорозподільного кільця; 11 – повітрянорозподільне кільце, 12 – штуцер повітрянопроводного шлангу; 13 – пусковий пристрій; 14 – гвинт пускового курка; 15 – пусковий курок

Вибираючи універсальний механізований інструмент, в першу чергу враховують величину крутного моменту, діаметр різьби та особливості пневматичного й електричного інструменту.

Електричний інструмент має деяку перевагу перед пневматичним, бо створює менше шуму під час роботи, має більш високий коефіцієнт корисної дії (до 50 %).

Однак у ремонтному виробництві транспортних засобів в зв'язку з простотою конструкції, надійністю та безпекою в роботі пневматичні ручні гайковерти

ти застосовують найчастіше.

Для розбирання різьбових з'єднань використовують також немеханізований ручний інструмент: гайкові ключі різної конструкції, тобто різьбові, торцеві, розсунні, спеціальні, динамометричні, коловоротні та тріскачкові. Більш ефективними ключами є коловоротні й тріскачкові. При зміні різьбових ключів на тріскачкові та коловоротні відкручування болтів та гайок М16 прискорюється відповідно на 25–66 %.

Досвід передових ремонтних підприємств показує, що дотримання технології розбиральних робіт та застосування при цьому ефективних засобів механізації дозволяє збільшити обсяг повторного використання підшипників до 20 %, кронштейнів – до 10 % та знизити собівартість ремонту транспортних засобів на 5–6 %.

5. Технологічні процеси дефектації та сортування деталей транспортних засобів

5.1. Призначення дефектації та технічні умови її проведення

У відповідності з технологічним процесом ремонту транспортних засобів деталі після розбирання та миття підлягають дефектації.

Дефектація – це такий технологічний процес, при виконанні якого визначають технічний стан деталі з метою виявлення дефектів.

Дефект – це будь-яке відхилення параметрів деталі від величини, що встановлена технічними умовами або робочим рисунком.

Деталь може знаходитися в одному з трьох технічних станів:

- деталь придатна, коли величина дійсного зносу U_d менше допустимого $U_{доп}$, тобто $U_d < U_{доп}$ (направляють до дільниці комплектації);
- деталь непридатна, коли виявили присутність вибраковочного признаку, (направляють на склад металобрухту);
- деталь, що вимагає відновлення, коли $U_d > U_{доп}$ (направляють до дільниці відновлення).

Дійсний знос – це такий знос деталі, який можна визначити в будь-який час у процесі експлуатації транспортних засобів.

Допустимий знос – це такий знос, при якому деталь, будучи встановленою при капітальному ремонті на рухомий склад, пропрацює до наступного капітального ремонту і не перевищуватиме значення граничного зносу $U_{гр}$.

Граничний знос – це такий знос деталі, при якому подальше її використання неможливе.

При дефектації деталей механічного обладнання можуть бути виявлені такі найбільш характерні дефекти:

- зміна розмірів та геометричних форм робочої поверхні;
- механічне пошкодження, яке може бути явним або прихованим;
- зміна фізико-механічних властивостей матеріалу;
- корозійне пошкодження;
- зміна взаємного розміщення робочих поверхонь деталей.

На деталях електротехнічного обладнання крім названих вище, зустрічаються ще такі дефекти:

- зміна властивостей ізоляції обмоток електричних машин та котушок електричних апаратів;

- пошкодження ізоляції обмоток та котушок.

Зміна розміру й геометричної форми відбувається, як правило, у спражених деталей, наприклад, вал-отвір, гільза-поршень, які працюють в умовах циклічних знакоперемінних навантажень. Зміну розміру дефектуємої деталі встановлюють шляхом визначення величини її зносу, а зміну геометричної форми – шляхом визначення овальності та конусності.

Механічні пошкодження в деталях виникають від навантажень, які перевищують допустимі значення, а також внаслідок стомлення матеріалу. Механічні пошкодження проявляються у вигляді тріщин, сколів, пробоїн, зломів та деформації (згин, кручення, жолоблення).

Зміна фізико-механічних властивостей матеріалу деталей у процесі експлуатації транспортних засобів виражається найчастіше в зниженні жорсткості та пружних властивостей. Зміна властивостей деталі може виникнути внаслідок її нагрівання в процесі роботи до температури, яка здійснює вплив на термообробку, а також внаслідок зносу поверхневого шару, що зміцнюється методами хіміко-термічної обробки. Пружні властивості деталей знижуються внаслідок стомлення матеріалу, з якого вони виготовлені.

Корозійне пошкодження деталей виникає внаслідок взаємодії металу з корозійним середовищем і виявляється у вигляді місцевих пошкоджень (плям, раковин, точок) або у вигляді суцільної плівки.

Зміна взаємного розміщення робочих поверхонь виникає в результаті відхилення від встановленої технічними умовами відстані між осями циліндричних поверхонь, непаралельності або неперпендикулярності осей та площі, неспівосності циліндричних поверхонь.

При дефектації використовують технічні умови, що знаходяться в керівництві з капітального ремонту. Їх складають у вигляді карт-ескізів та технологічного процесу дефектації для кожної деталі окремо. Ці карти містять такі дані: загальні дані щодо деталі, перелік можливих дефектів, способи виявлення дефектів, допустимі розміри без ремонту деталі й рекомендовані способи ліквідації дефектів. У загальні зведення про деталь включають її ескіз із зазначенням місць розташування дефектів, основні розміри деталі, матеріал і твердість робочих поверхонь. Всі ці дані відносно деталі можна одержати з робочого рисунка.

Найбільшу складність при розробці технічних умов на дефектацію деталей має визначення величини допустимого розміру та величини допустимого зносу, які зв'язані аналітичною залежністю

$$d_{\text{доп}} = d_{\text{п}} - U_{\text{доп}}; \quad (5.1)$$

$$D_{\text{доп}} = D_{\text{п}} - U_{\text{доп}}; \quad (5.2)$$

де $d_{\text{доп}}$, $D_{\text{доп}}$ – допустиме значення діаметра відповідно до вала й отвору;
 $d_{\text{п}}$, $D_{\text{п}}$ – початкове значення діаметра відповідно до вала та отвору.

Методику експериментального визначення допустимого зносу розробив професор В.В. Єфремов. Не допускаючи великої помилки, він прийняв, що залежність дійсного зносу від напрацювання має лінійний характер. Так від довів, що

$$U_{\text{доп}} = U_{\text{гр}} - U_{\text{м}}, \quad (5.3)$$

де $U_{\text{м}}$ – знос за міжремонтний період.

Величину граничного зносу деталі визначають експериментально. Суть експерименту полягає в тому, що агрегат (складальна одиниця) під час проведення експерименту працює до моменту настання форсованого зносу. Потім цей агрегат розбирають і за методикою, яка встановлена ДСТ, визначають величину граничного зносу за такими показниками: зниження міцності деталі, порушення встановленої посадки в з'єднанні, недопустиме падіння потужності й продуктивності.

При проведенні експерименту визначають також величину напрацювання.

Величину зносу деталі за міжремонтний період $U_{\text{м}}$ визначають також експериментально, як і величину граничного зносу, з тією різницею, що в цьому експерименті використовують партію ідентичних дефектних деталей (не менше 10), що були зняті з транспортних засобів, які брали участь в експерименті. Числове значення зносу за міжремонтний пробіг визначають як середню арифметичну величину за формулою

$$U_{\text{м}} = \frac{\sum_{i=1}^n U_{\text{мі}}}{n}, \quad (5.4)$$

де n – кількість деталей, що беруть участь в експерименті.

Величина напрацювання $L_{\text{м}}$ зазначена у наказі МЖКГ України № 120 від 3.12.1991 р.

Достовірність методики перевіряють графічним способом (рис. 5.1.1).

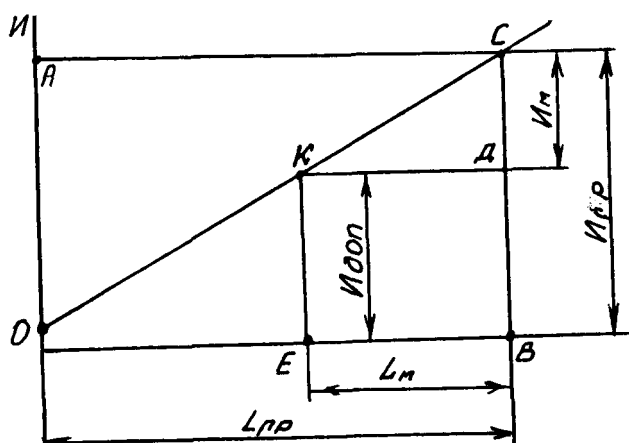


Рис. 5.1.1 – Визначення допустимого зносу

Для цього отримані експериментальним шляхом значення величин граничного зносу $U_{\text{гр}}$ та напрацювання $L_{\text{гр}}$ відкладають на осях абсцис і ординат. Через отримані точки A і B проводять відповідно паралельну й горизонтальну прямі

лінії. З точки перетину ліній С відкладають відрізок CD, який за величиною дорівнює зносу за міжремонтний період U_m , а з точки В відкладають відрізок BE, який за величиною дорівнює міжремонтному напрацюванню L_m . Через точки D та E також проводять відповідно паралельну й горизонтальну прямі лінії. Через точку перетину цих ліній К і точку С проводять пряму лінію до осі абсцис. Одержана лінія ОКС характеризує період нормальної експлуатації агрегату, а відрізок KE визначає величину допустимого зносу $U_{\text{доп}}$ деталі.

5.2. Методи контролю при дефектації

Технологічний процес дефектації складається з технологічних операцій, які виконують у такій послідовності:

- проводять зовнішній огляд деталі з метою виявлення наявних механічних та корозійних пошкоджень;
- за допомогою спеціальних пристроїв виявляють дефекти деталі, пов'язані зі змінами взаємного розміщення робочих поверхонь та фізики-механічних властивостей матеріалу;
- за допомогою методів та засобів неруйнуючого контролю виявляють приховані механічні пошкодження;
- за допомогою вимірювальних інструментів та приладів виявляють зміну розмірів та геометричних форм робочих поверхонь деталей.

Зміна розміру та геометричної форми відбувається, як правило, у спряжених деталях, наприклад, вал-отвір, гільза-поршень, що працюють в умовах циклічних знакозмінних навантажень. Зміну розміру дефектної деталі встановлюють шляхом визначення величини її зносу, а зміну геометричної форми – шляхом визначення овальності та конусності. При цьому використовують універсальний вимірювальний інструмент та калібри і спеціальні та пневматичні прилади.

На рис. 5.2.1 подані номограми для вибору вимірювальних засобів у залежності від параметра вимірювального елемента деталі та значення допуску на виготовлення.

До універсального вимірювального інструменту входять:

- штриховий інструмент з конусом – це штангенциркуль, штангенглибинімір, штангенрейсмус, штангензубомір;
- мікрометричний інструмент – це мікрометр, мікрометричний нутромір, глибиномір;
- механічні прилади – це мініметр, індикатор годинникового типу, важільна скоба, важільний мікрометр.

Калібри – це безшкальний вимірювальний інструмент без числового значення вимірювального параметра.

Спеціальні прилади – це прилади з високою продуктивністю й точністю. До них відносяться, наприклад, прилади для перевірки згину й скрученості деталей.

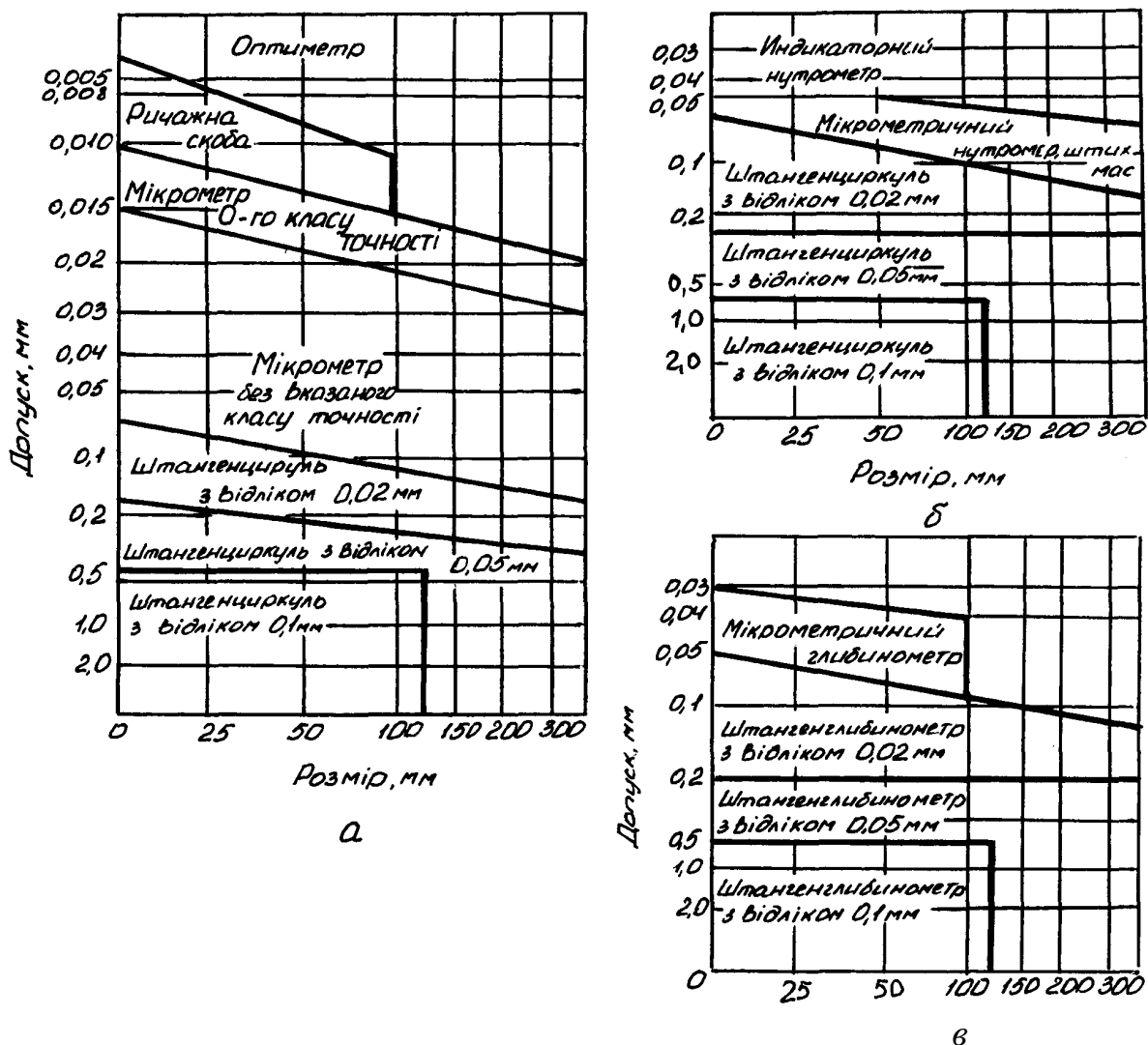


Рис. 5.2.1 – Номограми для вибору вимірювальних засобів:
а) для валу; б) для отвору; в) для глибин

В основу пневматичних вимірювальних приладів покладемо безконтактний непрямий метод вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів деталей.

Приладом може служити використання ротаметрів для визначення зносу спряжених деталей. Тут заміряють витрати повітря і визначають величину зазору, знаючи залежність між зазором і витратою повітря.

Вибираючи засіб вимірювання, необхідно врахувати його метрологічні характеристики – ціни та інтервал поділки шкали, точність відліку, похибку та межу вимірювання, а також точність виготовлення елемента деталі, який обміряють.

Порушення фізико-механічних властивостей матеріалу проявляється у вигляді зміни твердості матеріалу, що визначається за допомогою універсальних приладів, або її жорсткості, яка також визначається за допомогою спеціального пристрою.

Приховані механічні пошкодження виявляють за допомогою методів та засобів неруйнуючого контролю, до яких належать:

– методи магнітної та ультразвукової магнітоскопії;

- люмінесцентний метод;
- метод опресування;
- метод фарб.

В основу методу *магнітної дефектоскопії* покладено властивості магнітних силових ліній, які, проходячи крізь деталь, виготовлену із феромагнітних матеріалів, і, зустрічаючи на своєму шляху дефект (наприклад, тріщину), огинають його, як перешкоду з малою магнітною проникністю. За допомогою цього методу виявляють зовнішні приховані механічні пошкодження.

Ультразвуковий метод виявлення прихованих механічних пошкоджень ґрунтується на властивості ультразвуку проходити крізь металеві вироби і відображатися від межі двох середовищ, в тому числі – від дефекту. Цей метод використовують для виявлення внутрішніх дефектів на відстані, наприклад, для сталевих деталей від 7 мм до 2,6 м.

Люмінесцентний метод заснований на властивості деяких речовин світитися при опромінюванні їх ультрафіолетовими проміннями. Цей метод допомагає виявити приховані механічні пошкодження деталей, виготовлених з немагнітних матеріалів.

Метод фарб заснований на властивості рідких фарб взаємній дифузії. Він допомагає також виявити зовнішні приховані механічні пошкодження деталей.

Метод опресування застосовують для виявлення прихованих механічних пошкоджень в порожнистих деталях (наприклад, блок або головка циліндрів, бак, трубопровід).

Зміна взаємного розміщення робочих поверхонь найчастіше зустрічається на деталях класу валів і на корпусних деталях.

У деталях класу валів контролюють неспіввісність шийок та неперпендикулярність фланців до осі валів.

Контроль неспіввісності шийок валів проводять способом заміру їх радіального биття з допомогою індикатора годинникового типу (рис. 5.2.2). Контролюючий вал при цьому встановлюють у центрах. Величина радіального биття шийок визначається як різниця найбільшого і найменшого показання індикатора за один оберт валу.

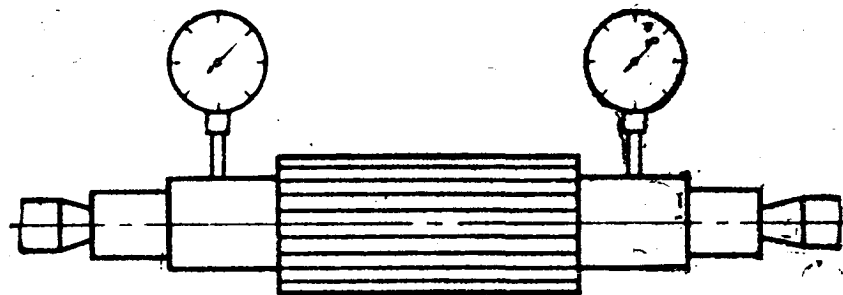


Рис. 5.2.2 – Визначення величини радіального биття

Контроль неперпендикулярності фланця до осі валу проводять також при установці валу в центрах (рис. 5.2.3). Тут за допомогою індикатора заміряють торцеве биття фланця на визначеному радіусі R .

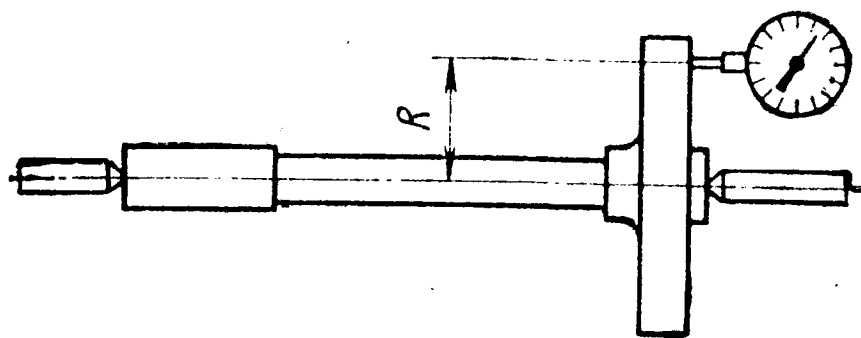


Рис. 5.2.3 – Визначення величини торцевого биття

У корпусних деталях за допомогою спеціально виготовлених пристроїв контролюють такі похибки взаємного розміщення робочих поверхонь як:

- неспіввісність отворів (рис 5.2.4);
- непаралельність осі отворів та порушення міжцентрової відстані (рис. 5.2.5);
- неперпендикулярність осей отворів (рис. 5.2.6);
- неперпендикулярність осі отвору до площини (рис. 5.2.7).

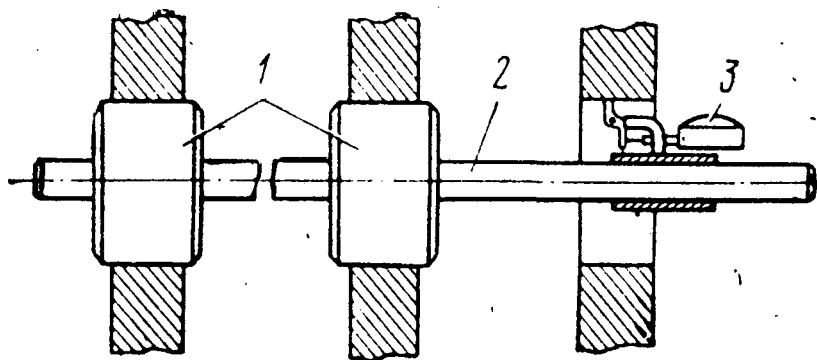


Рис. 5.2.4 – Визначення неспіввісності отворів

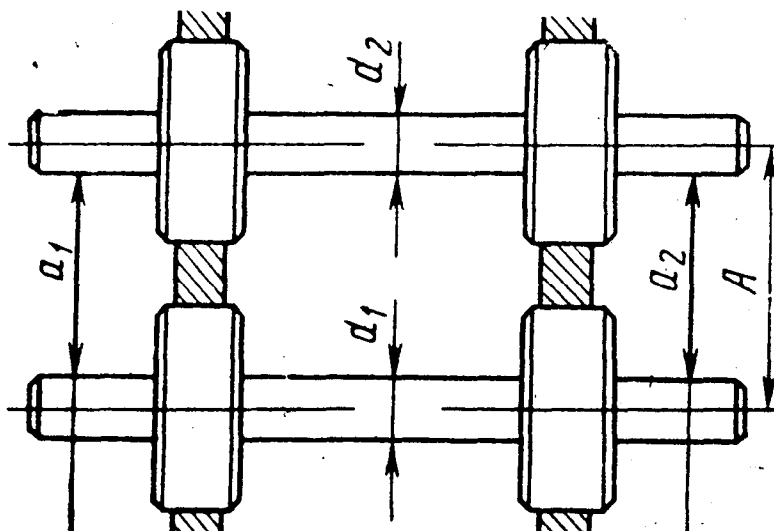


Рис. 5.2.5 – Визначення непаралельності осі отворів

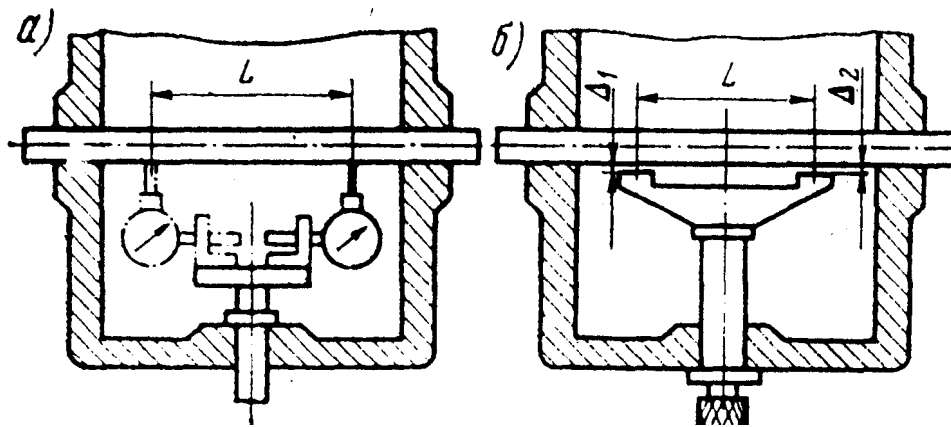


Рис. 5.2.6 – Визначення неперпендикулярності осі отворів

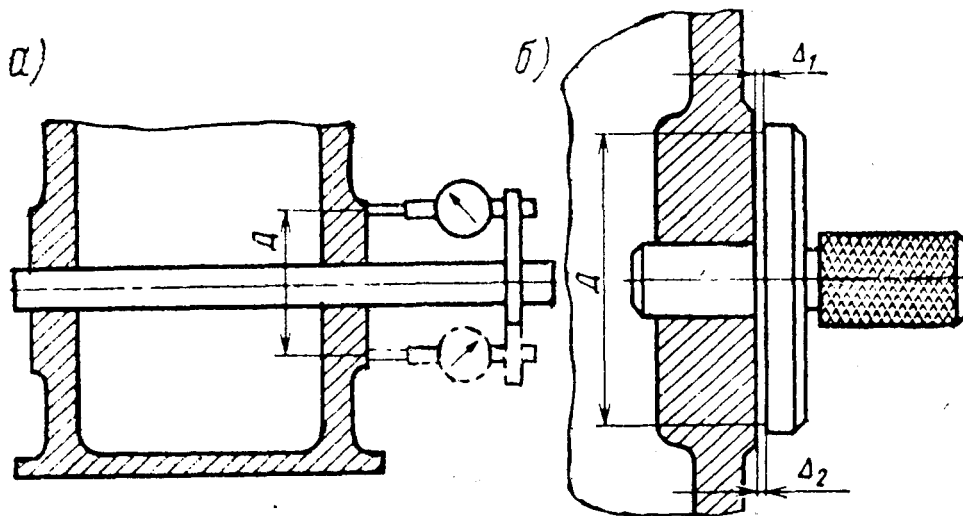


Рис. 5.2.7 – Визначення неперпендикулярності осі отвору до площини

5.3. Призначення сортування та його коефіцієнтів

Сортування – це такий технологічний процес, при виконанні якого деталі сортують у відповідності за їх технічним станом: на придатні, непридатні і ті, що потребують відновлення. Придатні деталі маркують зеленим кольором, непридатні – чорним, а деталі, що підлягають відновленню – жовтим. Результати сортування заносять до дефектної відомості.

Статистична обробка дефектних відомостей допомагає визначити важливі для організації ремонту транспортних засобів показники – коефіцієнти придатності, заміни та відновлення.

Коефіцієнт придатності показує, яка числова частина деталей даного найменування може бути використана при капітальному ремонті транспортних засобів (складальної одиниці) повторно без ремонтних дій. Він визначається за формулою

$$K_{\text{п}} = \frac{n_{\text{п}}}{n_{\text{о}}}, \quad (5.5)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт придатності;

n_n – кількість придатних деталей;

n_o – загальна кількість деталей даного найменування, що підлягають дефектації.

Коефіцієнт заміни показує, яка числова частина деталей даного найменування при капітальному ремонті транспортних засобів (складальної одиниці) потребує заміни. Він визначається за формулою

$$K_3 = \frac{n_3}{n_o}, \quad (5.6)$$

де K_3 – коефіцієнт заміни;

n_3 – кількість непридатних деталей;

Коефіцієнт відновлення показує, яка числова частина деталей даного найменування підлягає відновленню. Він визначається за формулою

$$K_b = \frac{n_b}{n_o}, \quad (5.7)$$

де K_b – коефіцієнт відновлення;

n_b – кількість деталей, що підлягають відновленню.

Знання цих коефіцієнтів дозволяє точніше планувати потреби ремонтного підприємства відносно запасних частин та визначати обсяг робіт дільниць відновлення деталей.

Крім того, одним із завдань сортування деталей є сортування за маршрутами відновлення, які розробляють завчасно. Методику визначення маршруту відновлення деталей розробив проф. К.Т. Кошкін. Він визначив, що дефекти на деталях з'являються в певних поєднаннях, які повторюються. Тому він запропонував технологічний процес відновлення деталей розробляти не на ліквідацію кожного дефекту окремо, а на визначенні поєднання дефектів.

Поєднання дефектів, що визначають технологічних процес відновлення деталі, називають маршрутами відновлення. Технологічний же процес, який розробляють з використанням визначеного поєднання дефектів, дістав назву маршрутного технологічного процесу.

Кожна деталь може мати кілька маршрутів відновлення. Ці маршрути визначають шляхом проведення спеціальних випробовувань.

При дефектації деталей визначають дійсне поєднання дефектів за кожною з них і сортують за маршрутами відновлення. Результати сортування деталей за маршрутами відновлення відзначають фарбою на самих деталях, вказуючи номер маршруту.

Обробка інформації з сортування деталей за маршрутами відновлення дозволяє також уточнити маршрутні коефіцієнти відновлення деталей:

$$K_b = \sum_{i=1}^n K_{bi}, \quad (5.8)$$

де K_{bi} – коефіцієнт відновлення за i -м маршрутом;

n_b – кількість маршрутів відновлення даної деталі.

Знання маршрутних коефіцієнтів дозволяє визначити обсяг робіт за кожним маршрутом та планувати завантаження обладнання на дільницях відновлення деталей.

6. Відновлення деталей транспортних засобів

6.1. Класифікація способів відновлення

Дефектні деталі складальних одиниць транспортних засобів у яких, по-перше, величина дійсного зносу робочої поверхні перевищує величину допустимого зносу, тобто $U_d > U_{\text{доп}}$, по-друге, виникли механічні й корозійні пошкодження, по-третє, відбулися зміни фізико-механічних властивостей матеріалу деталей та взаємного розміщення робочих поверхонь або зміни властивостей ізоляції обмоток електричних машин чи котушок електричних апаратів, підлягають відновленню технічного стану сучасними методами.

У залежності від обраної при сортуванні технології відновлення, технологічний процес відновлення виконують на основі нормативно-технологічної документації, до якої відносяться наступні документи:

- карта конструктивно-технологічних характеристик (КТХ) матеріалу деталі;
- карта критерію застосування (КЗ);
- схема технологічного процесу відновлення;
- карта ескізу (КЕ) деталі;
- маршрутна карта (МК);
- операційна карта (ОК);
- карта типового технологічного процесу (КТТП).

Дефекти ліквідують одним з двох методів, залежно від їх характеру та технологічного процесу відновлення:

- методом відновлення посадки шляхом зміни розмірів деталей (відновлення деталей під ремонтний розмір);
- методом відновлення посадки шляхом відновлення початкових розмірів (відновлення деталей під початковий розмір).

Сутність відновлення деталей під ремонтний розмір полягає в тому, що одну з спряжених дорогих деталей відновлюють, ліквідуючи зміну її геометричної форми та розмірів, а другу спряжену деталь заміняють новою, але такого розміру, щоб можна було одержати початкову посадку спряження.

Відновлення деталей під початковий розмір є найбільш універсальним методом. Він забезпечує високу якість ремонту без скорочення міжремонтного строку служби, без порушення та обмеження взаємозамінності деталей. Цим методом відновлюють деталі, які мають фізичний знос і аварійні пошкодження. Вся сукупність способів відновлення дефектних деталей під початковий розмір залежно від дефектів може бути згрупована у вигляді блок-схеми (рис. 6.1.1).

Кожен технологічний процес відновлення характеризується оціночними показниками, числові значення яких можна знайти в довідковій літературі. До цих показників відносяться:

- коефіцієнт зносостійкості – K_z ;
- коефіцієнт витривалості – K_v ;
- коефіцієнт зчеплення – $K_{зч}$;
- коефіцієнт довговічності – K_d ;

- розрахункова товщина покриття, мм – h ;
- витрати матеріалів, $\text{кг}/\text{м}^2$;
- трудомісткість відновлення, $\text{чол}\cdot\text{год}/\text{м}^2$;
- енергомісткість відновлення, $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$;
- вартість обладнання, грн. – C_v ;
- повна собівартість відновлення, грн. – $C_{\text{п}}$;
- маса обладнання, кг – m ;
- коефіцієнт техніко-економічної ефективності – K_t ;
- твердість, $\text{кг}/\text{мм}^2$ – HV .

Велика різноманітність способів відновлення деталей транспортних засобів в поєднанні з раціональною організацією виробничого процесу ремонту забезпечує високі показники їх роботоздатності, надійності й довговічності.

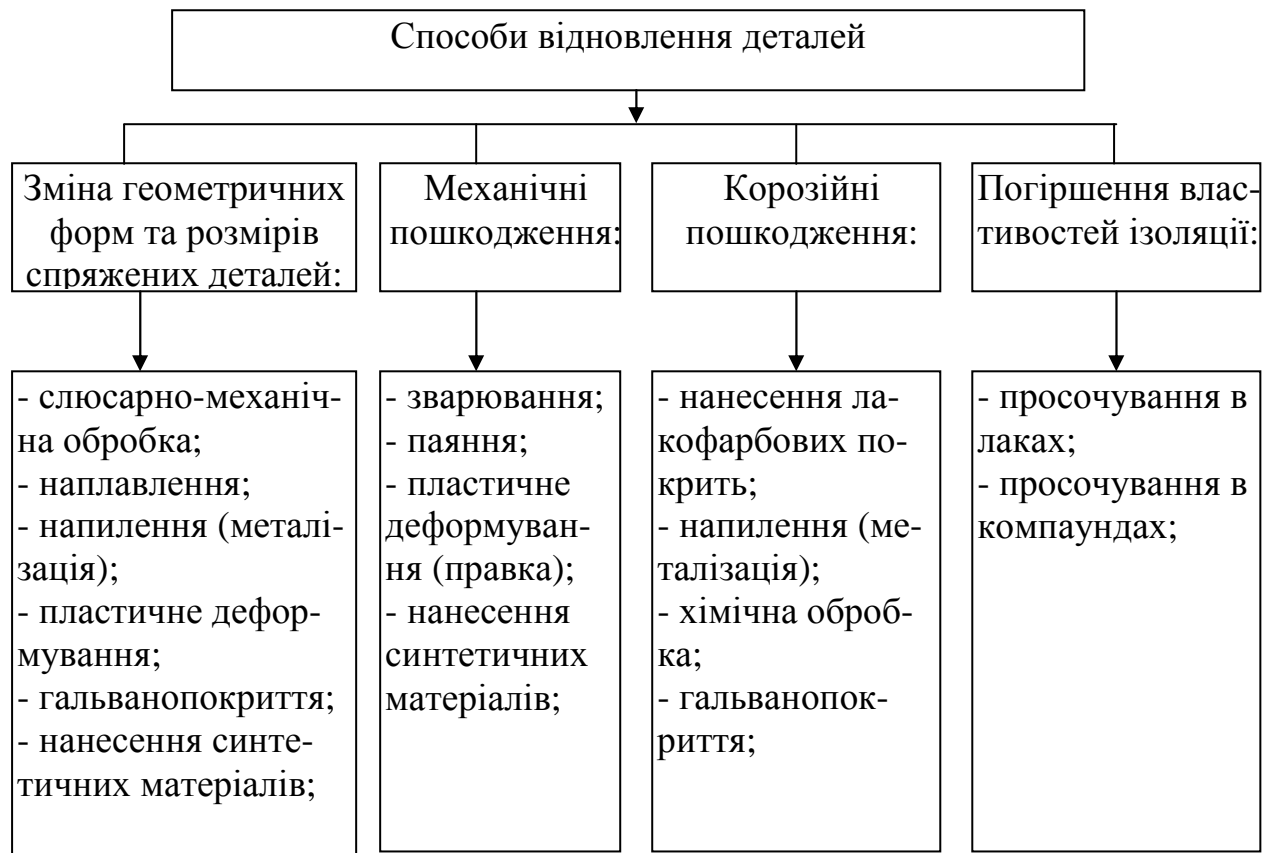


Рис. 6.1.1 – Блок-схема способів відновлення деталей

6.2. Методика визначення величини й кількості ремонтних розмірів

Деталі, які відновлюють методом ремонтних розмірів, можуть мати кілька ремонтних розмірів. Їх величина й кількість залежить від величини зносу за міжремонтних період, припуску на обробку та від запасу міцності деталі.

Методика визначення величини й кількості ремонтних розмірів для валу та отвору була вперше розроблена проф. В.В. Єфремовим. Сутність її полягає в тому, що вал і отвір спряжених деталей, які надходять в ремонт, підлягають механічній обробці. В результаті цієї обробки деталі отримують правильну геоме-

тричну форму, як показано на рис. 6.2.1.

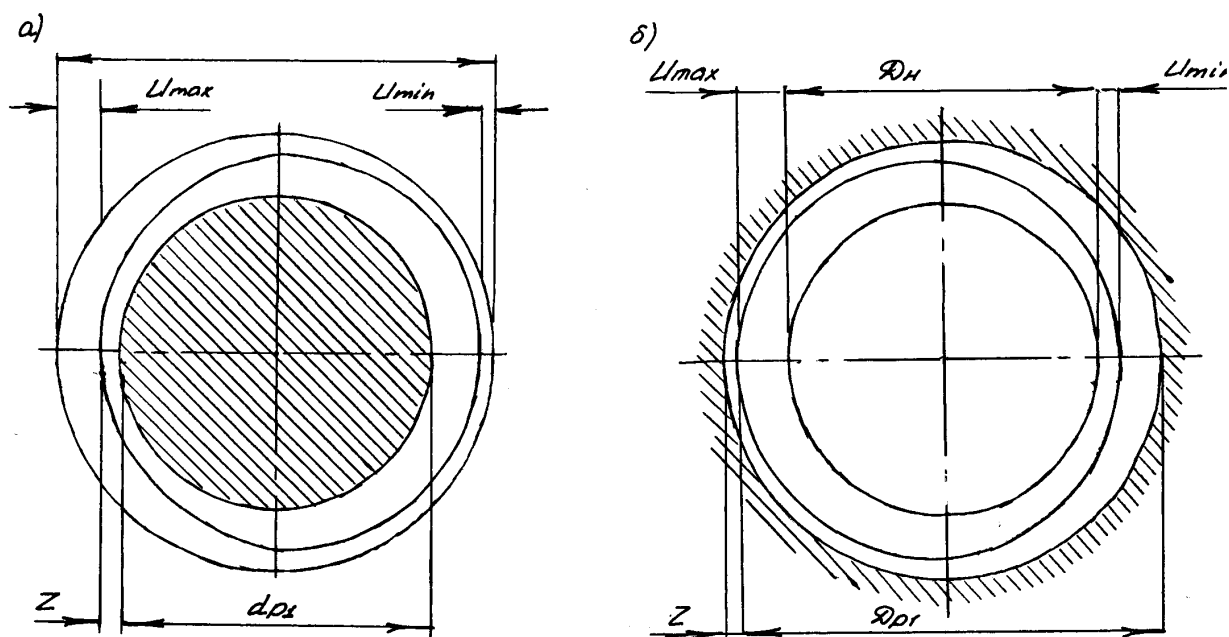


Рис. 6.2.1 – Визначення ремонтних розмірів: а) для валу; б) для отвору

Тоді, перший ремонтний розмір визначають за формулами:

– для зовнішніх циліндричних поверхонь (для валу) (6.1)

$$d_{p1} = d_n - 2(U_{\max} + Z);$$

– для внутрішніх циліндричних поверхонь (для отвору)

$$D_{p1} = D_n + 2(U_{\max} + Z); \quad (6.2)$$

де d_{p1} , D_{p1} – перший ремонтний розмір валу й отвору, мм;

d_n , D_n – початковий розмір валу й отвору за робочим рисунком, мм;

U_{\max} – максимальний знос робочої поверхні деталі на сторону, мм;

Z – припуск на механічну обробку, мм.

Припуск на механічну обробку залежить від її виду:

– при чистовій обробці й розточці $Z = (0,05 - 0,1)$ мм;

– при шліфуванні $Z = (0,03 - 0,05)$ мм.

Величину максимального одностороннього зносу робочої поверхні (валу чи отвору) визначають експериментально в лабораторних умовах. В умовах ремонтного виробництва на дільниці дефектування величину одностороннього зносу визначити просто немає можливості. Тому при дефектації робочої поверхні визначають не величину максимального зносу на сторону U_{\max} , а величину дійсного зносу, яка дорівнює сумі максимального й мінімального зносів на сторону, тобто

$$U_d = U_{\min} + U_{\max}, \quad (6.3)$$

де U_d – величина дійсного зносу, мм;

U_{\min} – величина мінімального зносу на сторону робочої поверхні деталі, мм.

З метою спрощення використання формул (6.1), (6.2) та оперативного ви-

користання дійсного зносу при дефектації деталей вводять коефіцієнт нерівномірності зносу - β . Він характеризується відношенням максимального одностороннього зносу до величини дійсного зносу, тобто

$$\beta = \frac{U_{\max}}{U_d}. \quad (6.4)$$

При симетричному зносі, тобто при $U_{\min} = U_{\max}$, $\beta = 0,5$, а при несиметричному зносі, тобто коли $U_{\min} = 0$, а $U_{\max} = U_d$, $\beta = 1$.

Таким чином, коефіцієнт нерівномірності зносу знаходиться в межах 0,5–1.

Маючи на увазі, що $U_{\max} = \beta U_d$, та підставляючи це значення до формул (6.1), (6.2), для визначення ремонтних розмірів, одержимо

$$d_{p1} = d_n - 2(\beta U_{\max} + Z); \quad (6.5)$$

$$D_{p1} = D_n + 2(\beta U_{\max} + Z). \quad (6.6)$$

У цих формулах величину $2(\beta U_{\max} + Z) = \gamma$ називають міжремонтним інтервалом. Тоді розрахункові формули для визначення ремонтних розмірів подають у наступному вигляді:

– для зовнішніх циліндричних поверхонь (валів):

$$d_{p1} = d_n - \gamma \quad \text{– перший ремонтний розмір};$$

$$d_{p2} = d_n - 2\gamma \quad \text{– другий ремонтний розмір}; \quad (6.7)$$

$$d_{pn} = d_n - n\gamma \quad \text{– } n\text{-й ремонтний розмір};$$

– для внутрішніх циліндричних поверхонь (отворів):

$$D_{p1} = D_n - \gamma \quad \text{– перший ремонтний розмір};$$

$$D_{p2} = D_n - 2\gamma \quad \text{– другий ремонтний розмір}; \quad (6.8)$$

$$D_{pn} = D_n - n\gamma \quad \text{– } n\text{-й ремонтний розмір};$$

де n – кількість ремонтних розмірів.

Кількість ремонтних розмірів для валу – n_v та отвору – n_o визначають при умовах, коли діаметр валу досягне мінімального значення d_{\min} , а діаметр отвору – максимального значення D_{\max} , тобто

$$d_{pn} = d_{\min}, D_{pn} = D_{\max}.$$

Якщо керуватися конструктивними розуміннями, то мінімальний діаметр валу та максимальний діаметр отвору визначають за умовами межі міцності – δ_t , числові значення якої визначають з довідникової літератури.

Отже, кількість ремонтних розмірів знаходять за формулами

$$\text{– для валів} \quad n_v = \frac{d_n - d_{\min}}{\gamma}; \quad (6.9)$$

$$\text{– для отворів} \quad n_o = \frac{D_{\max} - D_n}{\gamma}; \quad (6.10)$$

У ремонтному виробництві використовують два види ремонтних розмірів: так звані – вільні, які завчасно (наперед) не встановлюють, та нормативні, які регламентують нормами допусків. Відновлення деталей під вільні ремонтні

розміри застосовують дуже мало. Однак, майже виключне застосування в ремонтному виробництві має відновлення деталей під нормативні ремонтні розміри. Їх називають просто ремонтними розмірами. До переваг цього способу відновлення відносяться:

- простота технологічного процесу;
- простота використовуваного обладнання;
- висока економічна ефективність;
- збереження взаємозамінності деталей у межах визначеного ремонтного розміру.

До недоліків цього способу відновлення відносять:

- збільшення номенклатури запасних частин, які постачає промисловість;
- ускладнення організації процесів комплектування деталей.

6.3. Вибір раціонального способу відновлення деталей

Для ліквідації кожного дефекту на деталі вибирають найбільш раціональний, тобто технологічно обґрунтований та економічно доцільний спосіб відновлення.

Раціональний спосіб відновлення деталей визначають, використовуючи критерії: технологічний (застосування), технічний (довговічності) та техніко-економічний (узагальнений).

Технологічний критерій характеризує принципову можливість застосування декількох способів відновлення, виходячи з конструктивно-технологічних особливостей деталі або визначених груп деталей.

До конструктивно-технічних особливостей відносять геометричну форму й розміри, матеріал, термічний або інший спосіб поверхневої обробки, твердість, шорсткість поверхні та точність виготовлення деталі, характер навантаження, вид тертя та зносу, розміри зносу.

Зварювання, наплавлення, обробку під ремонтні розміри застосовують для виконання практично усіх груп деталей. Проте цими способами важко ліквідувати пошкодження в деталях із алюмінієвих та цинкових сплавів. В такому випадку використовують аргонодугове зварювання.

Деталі пневмо- та гідросистем, які мають невеликі зноси, значну поверхневу твердість, доцільно відновлювати хімічними та електрохімічними покриттями. Обробка деталей під ремонтний розмір знижує довговічність та погіршує взаємозамінність.

Отже, способи ліквідації дефектів, які вибрані за технологічними критеріями, в першу чергу забезпечують відновлення розмірів та форми зношених деталей. Але властивості поверхні деталі відновлюють не будь-яким способом.

Технічний критерій характеризує якість відновлення однієї деталі з використанням коефіцієнта довговічності K_d . Його можна записати залежністю

$$K_d = f(M_d, D_d, C_d, H_d, B_o), \quad (6.11)$$

де M_d , D_d , C_d – відповідно матеріал, діаметр, величина спрацювання деталі;

H_d – величина навантаження;

B_o – вид обладнання.

Для кожного вибраного способу відновлення за технічною ознакою технічний критерій дає комплексну якісну оцінку:

$$K_d = K_i \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_n, \quad (6.12)$$

де K_i , K_b , K_c – відповідно коефіцієнти зносостійкості, витривалості та зчеплення, числові значення яких можна знайти в довідковій літературі;

K_n – поправочний коефіцієнт, який враховує фактичну роботоздатність відновленої деталі в умовах експлуатації, $K_n = 0,8 - 0,9$.

За фізичною суттю коефіцієнт довговічності пропорційний строку служби деталі в експлуатації. Отже, раціональним за цим критерієм буде спосіб, в якого коефіцієнт довговічності наближається до максимального значення, тому що він являє собою відношення технічних ресурсів відновленої T_b та нової T_n деталей, тобто

$$K_d = \frac{T_b}{T_n}, \quad (6.13)$$

Для отримання достовірної інформації за технічними ресурсами відновленої і нової деталей необхідно проводити випробування відповідних деталей на лабораторних стендах при ідентичних режимах навантаження, швидкостях відносного ковзання, температурах робочих поверхонь та мастильних матеріалів.

Вибираючи один або декілька способів ліквідації дефектів, що забезпечують необхідні твердість, зносостійкість, витривалість та інші показники, остаточне рішення про його доцільність приймають за техніко-економічним критерієм. Останній зв'язує вартість відновлення деталі з її довговічністю після ліквідації дефектів. Умови техніко-економічної ефективності деталі запропонував проф. В.І. Казарцев. Їх зображують в наступному вигляді:

$$\frac{C_b}{T_b} \leq \frac{C_n}{T_n}, C_b \leq K_d \cdot C_n, \quad (6.14)$$

де C_b , C_n – відповідно вартості відновленої і нової деталей.

Останнім часом особливу увагу звертають на вдосконалення конструкції деталей з метою їх придатності до відновлення. Кількісно придатність деталей до відновлення можна оцінити трудомісткістю, затратами на ліквідацію дефектів. Вона є імовірним показником і буде оптимальною при найменших витратах на ліквідацію дефектів. Задовільною придатність до відновлення можна вважати, якщо на відновлення деталі Z_b витрати не перевищують вартість нової деталі, тобто

$$Z_b < C_n. \quad (6.15)$$

Якщо невідома вартість нової деталі, то критерій визначають за формулою, яку запропонував В.А. Шадрічев:

$$K_T = \frac{C_b}{K_d}. \quad (6.16)$$

Тут K_T – коефіцієнт техніко-економічної ефективності;

C_b – собівартість відновлення 1 м² зношеної поверхні деталі.

Числові значення K_T та C_b можна знайти в довідковій літературі. Ефективним є спосіб, в якого K_T наближається до мінімального значення.

За існуючими методиками обирають раціональні способи відновлення деталей відповідно до конкретного ремонтного підприємства. Ця задача вирішується в наступній послідовності:

- аналіз умов роботи відновленої деталі в комплекті складальної одиниці з вказівкою характерних несправностей;
- складання інформаційної карти відновленої деталі, що включає ремонтний рисунок, матеріал, з якого вона виготовлена, програму відновлення;
- отримання статистичної інформації щодо зносів (несправностей) деталі;
- математична обробка статистичної інформації з виявленням кількості деталей: придатних, непридатних і тих, що потребують відновлення;
- вибір можливих способів за технологічним критерієм з урахуванням її доступності для даного ремонтного підприємства;
- вибір раціонального способу відновлення залежно від техніко-економічного критерію та вимоги безвідмовної роботи.

6.4. Техніко-економічна оцінка технологічного процесу відновлення деталей

Остаточну оцінку доцільності застосування технологічного процесу відновлення деталі проводять за техніко-економічним критерієм, який можна виразити нерівністю (6.14):

$$C_v \leq K_d C_n,$$

Числове значення вартості відновленої деталі визначають за формулою

$$C_v = C_n + H, \quad (6.17)$$

де C_n – повна собівартість відновлення деталі, грн;

$H = 1,05C_n$ – прибуток (накопичення) ремонтного підприємства, грн.

Повну собівартість відновлення деталі розраховують за формулою

$$C_n = C_{вр.н} + C_{р.м} + C_{з.в} + C_{з.х} + C_{п.в}, \quad (6.18)$$

де $C_{вр.н}$ – заробітна плата виробничих працівників з нарахуваннями, грн;

$C_{р.м}$ – вартість ремонтних матеріалів, грн;

$C_{з.в}$, $C_{з.х}$, $C_{п.в}$ – відповідно загальноновиробничі, загальногосподарські та позазавиробничі накладні витрати, грн.

Заробітна плата $C_{вр.н}$ складається з основної заробітної плати $C_{вр}$, та додаткової $C_{дод}$, тобто

$$C_{вр.н} = C_{вр} + C_{дод}, \quad (6.19)$$

Основну заробітну плату визначають за формулою

$$C_{вр} = 0,01 \cdot T_{шк} \cdot C_{ч} \cdot K_d, \quad (6.20)$$

де $T_{шк}$ – штучно-калькуляційний час, год.;

$C_{ч}$ – ставка робітників, яку нараховують за середнім розрядом (визначають за маршрутною картою), грн./год.;

K_d – коефіцієнт, який враховує доплату до основної заробітної плати (цей показник дорівнює 1,025 – 1,030).

Значення штучно-калькуляційного часу визначають за формулою

$$T_{ш.к} = \frac{T_{пз}}{n_{п}} + T_{ш}, \quad (6.21)$$

де $T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час, який визначають підсумовуванням підготовчо-заклучного часу $t_{пз}$ за всіма технологічними операціями маршрутної карти, год;

$T_{ш}$ – штучний час, тобто повний час виконання усіх технологічних операцій технологічного процесу, який визначають за маршрутною картою, год;

$n_{п}$ – кількість деталей в партії.

Розмір економічно доцільної партії деталей Π визначають за формулою

$$\Pi = \frac{T_{пз}}{K_{п} \cdot T_{ш}}, \quad (6.22)$$

де $T_{пз}$, $T_{ш}$ – відповідно підготовчо-заклучний час і штучний час головної технологічної операції, числові значення яких занесені в маршрутну карту, год;

$K_{п}$ – коефіцієнт, який залежить від типу виробництва. Так, для малосерійного виробництва $K_{п} = 0,15 - 0,18$, а для багатосерійного – $K_{п} = 0,04 - 0,05$.

Додаткову заробітну плату робітникам установлюють за формулою

$$C_{дод} = (0,05 - 0,12)C_{вр}. \quad (6.23)$$

Виходячи з долі заробітної плати $K_{ср.м}$ і долі вартості матеріалів, визначають вартість ремонтних матеріалів за формулою

$$C_{р.м.} = \frac{K_{ср.м}}{K_{свр.н}} C_{вр.н}, \quad (6.24)$$

де $K_{ср.м} = 0,25 - 0,35$, $K_{свр.н} = 0,65 - 0,75$.

Визначаючи з довідкової літератури відсоток загальновиробничих $R_{з.в}$, загальногосподарських $R_{зг}$ та позавиробничих $R_{п.в}$ накладних витрат, розраховують їх вартість за формулами

$$C_{з.в} = \frac{C_{вр} R_{з.в}}{100}; C_{зг} = \frac{C_{вр} R_{зг}}{100}; C_{п.в} = \frac{C_{вр} R_{п.в}}{100}; \quad (6.25)$$

Після розрахунку вартості відновлення деталі та врахування техніко-економічного критерію необхідно зробити висновок щодо доцільності застосування на ремонтному виробництві технологічного процесу, який був розроблений.

Рівень рентабельності продукції (в %) визначають за формулою

$$P_n = \frac{(C_{о.ц} - C_n) \cdot 100}{C_n}, \quad (6.26)$$

де $C_{о.ц}$ – преїскурантна (оптова) ціна деталі, грн.

Плановий (фактичний) прибуток ремонтного підприємства визначають за формулою

$$\Pi_n = \frac{(C_{о.ц} - C_n) \cdot 100}{N}, \quad (6.27)$$

де N – річна виробнича програма відновлення деталей, шт.

Строк окупності капітальних вкладів визначають за формулою

$$O_p = \frac{B_k}{E_p}, \quad (6.28)$$

де B_k – капітальні витрати, грн;

$E_p = (C'_n - C_n)N$ – річна собівартість від зниження собівартості продукції, тис. грн;

C'_n – повна собівартість відновлення деталі на передовому ремонтному підприємстві, грн.

Фактичний коефіцієнт економічної ефективності E_ϕ визначають за формулою

$$E_\phi = \frac{E_p}{B_k}, \quad (6.29)$$

Встановлені значення E_p і E_ϕ порівнюють з нормативними, які мають такі значення $E_{p.n} = 0,15$, а $E_{\phi.n} = 6,6$ року, після чого роблять відповідний висновок.

7. Комплектування деталей транспортних засобів

7.1. Призначення і сутність комплектування

Комплектування – складова частина технологічного процесу ремонту транспортних засобів, яке виконують в спеціальному підрозділі ремонтного підприємства. Цей підрозділ обладнують спеціальними столами, стелажми, підставками, перемішувачами візками, ящиками, контейнерами та універсальним вимірювальним інструментом. Сюди доставляють: придатні деталі з ділянки дефектації, відновлені деталі зі складу готової продукції та запасні деталі зі складу запасних частин.

Комплектування виконують для забезпечення безперервності складання транспортних засобів, для ритмічного випуску виробів високого рівня якості, зниження трудомісткості та вартості складальних робіт.

При комплектуванні виконують наступні технологічні операції:

- накопичення, облік та збереження деталей, складальних одиниць та комплектуючих виробів;
- оперативна інформація відповідних служб підприємства про відсутні комплектуючі деталі, складальні одиниці чи комплектуючі вироби;
- підбирання спряжених деталей за ремонтними розмірами, розмірами чи масовими групами;
- підбирання та підгонка деталей в окремих з'єднаннях;
- підбирання складових частин складального комплексу (групи деталей, складальних одиниць та комплектуючих виробів) за номенклатурою та кількістю;
- доставка складальних комплектів до постів складання на початку виконання складальних робіт.

Добір спряжених деталей за ремонтними розмірами, розмірними чи масовими групами – найбільш відповідальна операція комплектувального процесу. Від неї залежать якість збирання, довговічність з'єднання в експлуатації та організаційні принципи складання. Тому при комплектації дотримуються наступних правил:

- кількість груп повинна бути не більше п'яти;
- допуски на з'єднання деталі повинні забезпечувати оптимальну посадку при складанні;
- кількість деталей у групах має бути, по можливості, однаковою.

Розсортовані за розмірними та масовими групами деталі для з'єднання підбирають у комплекти різними способами. На ремонтних підприємствах існують штучний, селективний (груповий) та змішаний способи підбирання деталей в комплекти.

При штучному способі комплектування до базової деталі, яка має дійсний розмір, підбирають другу деталь з'єднання, враховуючи величину зазору та натягу. Прикладом може бути підбирання поршня та гільзи компресора, які обробляють з широким полем допусків. За технічними умовами на збирання нормальний зазор між гільзою і поршнем повинен бути 0,14 – 0,4 мм. Ці деталі підбирають за величиною зазору за допомогою двох щупів: товщина одного щупа дорівнює мінімально допустимому значенню зазору, другого – максимально допустимому значенню зазору. Якщо поршень з таким щупом проходить по всій довжині гільзи вільно, а з щупом, товщина якого відповідає максимально-му зазору, не проходить, то такі деталі вважають укомплектованими. При цьому щуп закладають на всю довжину юбки поршня в площині, яка перпендикулярна до осі отворів бобишок.

Вал і отвір підбирають шляхом завчасних замірювань з'єднаних деталей. Наприклад, замірюють діаметр отвору, тоді діаметр валу з урахуванням допустимих зазорів визначають за формулами

$$D_{в \max} = D_o - \delta_{\min}; \quad (7.1)$$

$$D_{в \min} = D_o - \delta_{\max}; \quad (7.2)$$

де $D_{в \max}$, $D_{в \min}$ – відповідно максимальний і мінімальний діаметри валу;

D_o – діаметр отвору;

δ_{\max} , δ_{\min} – відповідно допустимі максимальний і мінімальний зазори.

При штучному способі комплектування з'єднані деталі не завжди досягають необхідної якості складання, багато також витрачається при цьому часу. Але, незважаючи на ці недоліки, його застосовують на ремонтних підприємствах тому, що він не потребує завчасної підготовки до підбирання деталей. При груповому комплектуванні поле допусків розмірів обох спряжених деталей розбивають на декілька інтервалів, а деталі сортують у відповідності з цими інтервалами на розмірні групи. Розмірні групи спряжених деталей обов'язково маркують цифрами, буквами або фарбами. Деталі по групах сортують шляхом вимірювання їх розмірів інструментом, в тому числі – калібрами. Кількість розмірних груп залежить від конструктивного й монтажного допусків зазору. Її визначають за формулою

$$i = \frac{\delta_{\text{кз}}}{\delta_{\text{км}}} ; \quad (7.3)$$

$$\delta_{\text{кз}} = \delta_{\text{к max}} - \delta_{\text{к min}} ;$$

$$\delta_{\text{км}} = \delta_{\text{м max}} - \delta_{\text{м min}} ;$$

де i – кількість розмірних груп;

$\delta_{\text{кз}}$, $\delta_{\text{мз}}$ – відповідно конструктивний і монтажний допуски зазору;

$\delta_{\text{к max}}$, $\delta_{\text{к min}}$ – відповідно максимальний і мінімальний конструктивні допуски зазору;

$\delta_{\text{м max}}$, $\delta_{\text{м min}}$ – відповідно максимальний і мінімальний монтажні допуски зазору.

Допуски зазору кожної розмірної групи виявляють за формулою

$$\delta_i = \frac{\delta_{\text{кз}}}{i} ; \quad (7.4)$$

де δ_i – допуск зазору кожної розмірної групи.

Максимальні й мінімальні монтажні зазори для усіх груп при груповому комплектуванні повинні бути однаковими і відповідати технічним умовам на складання даного з'єднання.

Групове комплектування застосовують, як правило, для підбирання відповідальних деталей на крупних спеціалізованих ремонтних підприємствах. Цей спосіб забезпечує якість складання даного з'єднання, але вимагає технічної підготовки на виробництві. Пости комплектування з'єднань складальних одиниць і агрегатів об'єднують у центральне комплектувальне відділення або спеціалізують за предметною ознакою і розміщують на ділянках. При малих програмах ремонту, невеликій виробничій площі та запасних деталей частину пластів комплектування з'єднань виносять на виробничі ділянки складання агрегатів. При змішаному комплектуванні використовують обидва способи. Відповідальні деталі комплектують груповим, а менш відповідальні – штучним способом. Щоб запобігти незбалансуванню деяких відповідальних деталей, наприклад, деталей шатунно-поршневої групи компресора, їх підбирають за масою. Комплектування супроводять слюсарно-підготовчими технологічними операціями, що значно полегшує збирання. Найчастіше застосовують обпилювання, зачищення, шабрування, притирання, полірування, розгортання отворів за розміром.

7.2. Балансування деталей

Балансування – це такий технологічний процес, при виконанні якого визначають ступінь невірноваженості деталей з метою ліквідації дисбалансу. Дисбаланс виникає внаслідок огріхів при обробці деталей, неточності складання складальних одиниць, а також при появі фізичного зносу та деформації в процесі експлуатації. Тому перед складанням одиниць транспортних засобів, відповідно до технічних умов на його ремонт, виключно всі рухомі відповідальні деталі підлягають балансуванню на спеціальних балансувальних верстаках.

При балансуванні деталі встановлюють числове значення її дисбалансу, а потім, порівнюючи його з допустимим значенням, виявляють ступінь неврівноваженості, звичайно, необхідність ліквідації дисбалансу. Існують три види неврівноваженості: статична, динамічна та статико-динамічна (змішана).

Статична неврівноваженість виникає тоді, коли, як показано на рис. 7.2.1, центр ваги деталі розміщується не на осі обертання. Дисбаланс в цьому випадку виявляють у статичному стані, а його величину знаходять за формулою

$$D = m \cdot R = G \cdot \rho, \quad (7.5)$$

де D – дисбаланс, який визначають статичним моментом, Н·м;

$m = \frac{G}{g}$ – величина неврівноваженої маси, кг;

G – маса деталі, кг;

R – відстань від осі обертання до центру ваги неврівноваженої маси, м;

ρ – зміщення центра ваги від осі обертання.

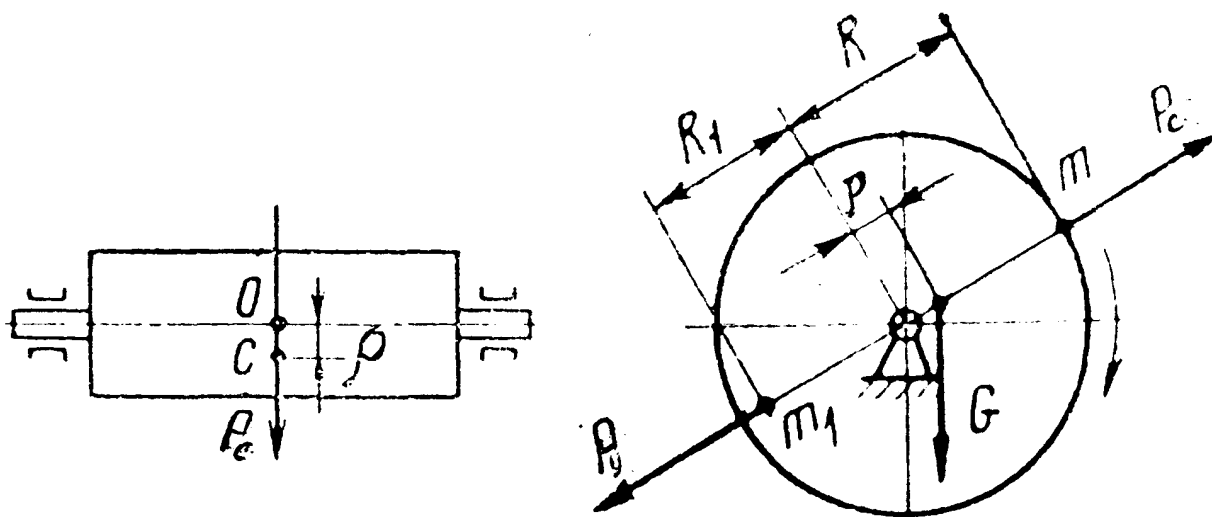


Рис. 7.2.1 – Статична неврівноваженість

Обертання неврівноваженої маси створює відцентрову силу інерції, яка постійна за величиною, але змінна за напрямком. Її визначають за формулою

$$P_c = mRw^2 = \left(\frac{G}{g}\right)R\left(\frac{2\pi n}{60}\right)^2 = \frac{GRn^2}{900}, \quad (7.6)$$

де $w = \frac{2\pi n}{60}$ – кутова швидкість обертання;

n – частота обертання деталі.

Для врівноваження деталі треба закріпити тягар масою m_1 , щоб виконувалась умова:

$$P_y = P_c \text{ або } m_1 R_1 w^2 = m R w^2,$$

де R_1 – віддалення маси m_1 від осі обертання;

P_y – сила інерції від врівноважуючої маси m_1 .

Другим способом врівноваження є вилучення з важкої ділянки маси, яка викликає зміщення центра ваги та появу відцентрової сили інерції.

Динамічна невірноваженість (рис. 7.2.2-а) виникає тоді, коли центр ваги деталі лежить на осі обертання, а статичні моменти від двох рівних невірноважених мас m рівні за величиною та направлені в протилежні сторони. Цей вид невірноваженості виникає тільки при обертанні деталі.

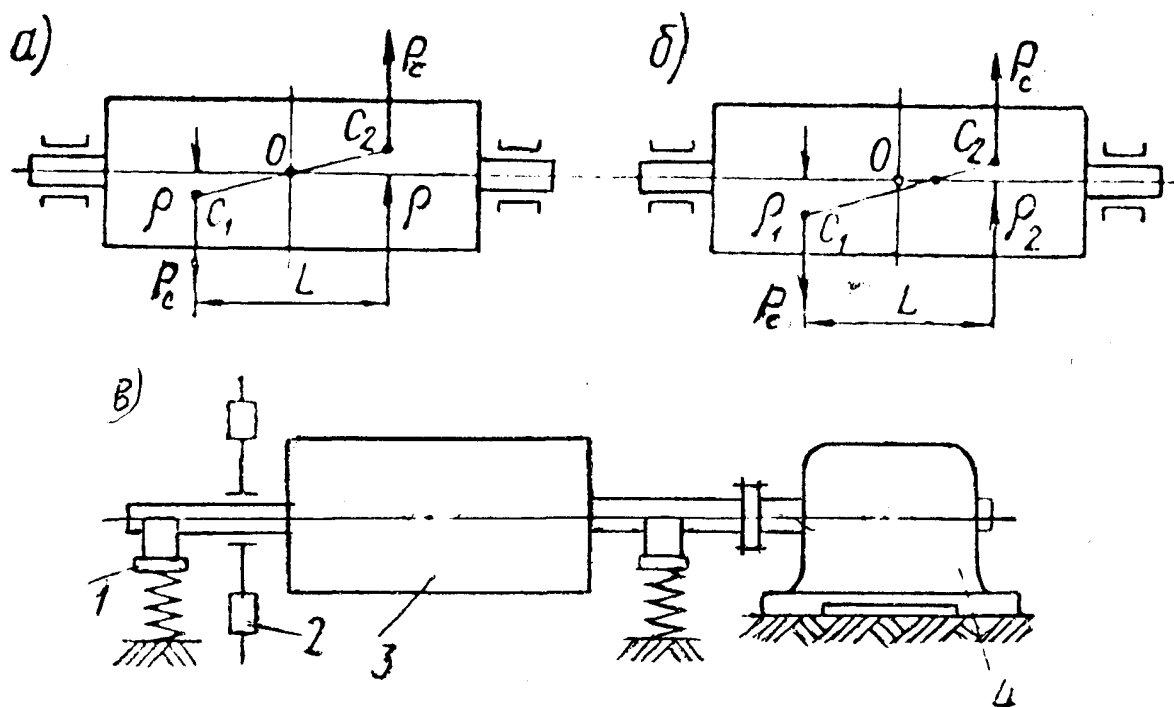


Рис. 7.2.2 – Види невірноваженості: а) динамічна; б) статико-динамічна; в) визначення ступеня невірноваженості деталі

При обертанні деталі пара відцентрових сил P_c на плечі L створює статичний момент у площині осі обертання, який викликає додаткові навантаження на вібрації.

Одиницею динамічної невірноваженості є $\text{Н} \cdot \text{м}^2$. Для ліквідації динамічної невірноваженості додають дві рівні маси на такому віддаленні від осі обертання деталі, щоб статичний момент цієї пари сил був рівним за величиною і направлений протилежно невірноваженому моменту відцентрових сил, або вилучають з важчих частин деталей дві рівні маси, які викликають появу дисбалансу.

Статико-динамічна (змішана) невірноваженість найчастіше зустрічається в реальних умовах, коли деталь не врівноважена як у цілому, так і на довжині ($\rho_1 \neq \rho_2$), внаслідок зміщення центру ваги деталі відносно осі обертання (рис. 7.2.2-б). При такій невірноваженості деталі виникають додаткові навантаження на опори. З метою визначення ступеня невірноваженості деталі – 3, ці опори роблять рухомими, тобто їх розміщують на пружні підшипникові опори 1, 3 протидіючи 2. Обертання деталі виконує приводний двигун – 4 (рис. 7.2.2-в).

Обертаючись, деталі розкачують опори. За амплітудою коливань опор судять про величину й характер невірноваженості деталі. У ремонтному виробництві знаходять застосування: верстати для динамічного балансування, де коливання опор передається механічною системою важелів на індикатори; верстати з електричними схемами визначення дисбалансу; верстати, які для визначен-

ня дисбалансу використовують стробоскопічний ефект.

Останнім часом широке застосування в ремонтному виробництві одержали балансувальні верстати, що забезпечують повну або часткову автоматизацію процесу статико-динамічного балансування. Найчастіше використовують верстат моделі ЦКБ-2468, який визначає не тільки величину дисбалансу, але і місце знаходження врівноваженої маси на деталі. Величину допустимих при ремонті значень дисбалансу деталей і складальних одиниць знаходять в довідковій літературі.

8. Складання і випробовування транспортних засобів

8.1. Складання типових з'єднань та передач

Складання в ремонтному виробництві – це технологічний процес з'єднання деталей, які остаточно оброблені й відповідають технічним умовам ремонту, в складальні одиниці з дотриманням відповідних норм точності. Технологічний процес складання складальних одиниць за ступенем деталізації опису його складу відносять відповідно до ДСТ 3.1109-82 до маршрутно-операційного типу, тобто коли в маршрутній карті приводять скорочений технологічний опис операцій в послідовності їх виконання з повним описом окремих операцій в інших технологічних документах. Маршрутно-технологічний процес складання виконують як для всіх транспортних засобів, так і для їх складальних одиниць. До основних нормативно-технологічних документів технологічного процесу складання відносять: карту ескізів, маршрутну карту складання, операційні карти випробування та технічного контролю, карту типового технологічного процесу нанесення лакофарбових покриттів і відомість деталей та оснастки.

Послідовність комплектування та складання складальних одиниць називають планом складання. Дотримання технологічного процесу складання, який задається нормативно-технологічними документами, є законом ремонтного виробництва.

Складання є завершальним і найбільш відповідальним етапом ремонту транспортних засобів. На складання працюють всі ремонтні підрозділи, тому що в ньому виражається робота всього підприємства.

Складання виконують різними методами в залежності від масштабу виробництва. Так, при одиничному виробництві складання виконують за принципом концентрування операцій. З підвищенням масштабу ремонтного виробництва переходять до диференціації операцій.

Для спрощення організації технологічного процесу складання його поділяють на вузлове й загальне складання. Під вузловим розуміють послідовне складання підгруп і груп, а під загальним – складання готових складальних одиниць. Вузлове складання дозволяє розділити складальний процес на частини й зменшити тривалість його технологічного циклу, використовуючи метод паралельного складання. Крім того, при вузловому складанні є можливість чітко організувати й максимально механізувати складальні роботи.

Під час вузлового складання транспортних засобів використовують усі ви-

ди з'єднання деталей, які існують, зокрема: нерухомі нерозбірні, нерухомі розбірні, рухомі розбірні, рухомі нерозбірні.

8.2. Складання нерухомих нерозбірних з'єднань

Нерухомими нерозбірними з'єднаннями називають з'єднання з гарантованим натягом, тобто коли взаємну нерухомість деталей спряження виконують за рахунок натягу. *Натягом* називають різницю між зовнішнім діаметром деталі, яку охоплюють, (валу) і внутрішнім діаметром деталі, яка охоплює, (втулки). Його визначають за формулою

$$\delta = d_{\text{в}} - d_{\text{вт}}, \quad (8.1)$$

де δ – натяг деталі, мм;

$d_{\text{в}}, d_{\text{вт}}$ – відповідно діаметри валу й втулки.

Наявність натягу в спряженні приводить до виникнення значного нормального тиску на поверхні валу й втулки, які стискаються. В наслідок цього виникають сили тертя, що заважають їм переміщатись один відносно одного. Величину натягу δ визначають розрахунком з'єднання на діючі навантаження, використовуючи співвідношення

$$\delta \cong (0,001 \div 0,0015)d,$$

де d – номінальний діаметр з'єднання.

З'єднання з гарантованим натягом бувають пресовими й тепловими.

Пресові з'єднання з гарантованим натягом виконують шляхом запресування обхопленої деталі в охоплюючу. Якість цих з'єднань формується під впливом наступних факторів: матеріалу спряжених деталей, геометричних розмірів, форми й жорсткості поверхонь, співосності деталей, зусилля запресування та наявності змащення. Основною величиною, що характеризує міцність пресового з'єднання, є максимальне зусилля запресування, яке визначають за формулою

$$P_{\text{зап}} = f_{\text{зап}} \cdot \pi \cdot d \cdot \alpha \cdot p, \quad (8.2)$$

де $P_{\text{зап}}$ – максимальне зусилля запресування, Н;

$f_{\text{зап}}$ – коефіцієнт тертя при запресуванні;

d – номінальний діаметр з'єднання, м;

α – довжина посадочних поверхонь (довжина запресування), м;

p – питомий тиск на спряжені поверхні, Н/м²;

Коефіцієнт тертя при запресуванні визначають за умови

$f_{\text{зап}} = 0,06 - 0,22$, якщо вал і втулка виготовлені зі сталі марки Ст30-Ст50, а запресування проводять зі змащенням спряжених поверхонь моторним мастилом;

$f_{\text{зап}} = 0,06 - 0,14$, якщо вал виготовлений зі сталі, а втулка – з чавуну.

Питомий тиск на спряжені поверхні залежить від величини розрахункового натягу, розміру втулки й жорстких характеристик матеріалу, з якого виготовлені втулка й вал. Якість запресування характеризує вид діаграми запресування, що являє собою залежність зусилля запресування від довжини запресування (рис. 8.2.1). Технічними умовами на відповідальні пресові з'єднання нормують

допустимі межі коливання величини максимального зусилля запресування та межі відхилення фактичної діаграми запресування від теоретичної. Під час запресування змащених деталей міцність з'єднань підвищується. Запресування проводять з визначеними швидкостями, які не перевищують звичайно 5 мм/сек. Наприклад, для напресування коліс на вісь колісної пари потрібно зусилля до 0,5 Мн (50 Т). У цих випадках формування пресових з'єднань проводять на потужних гідравлічних пресах. Запресування дрібних деталей, наприклад, втулок, роблять вручну з допомогою молотка та вибивки або застосовують різні менш потужні преси: гвинтові ручні, пневматичні та гідравлічні. Під час запресування використовують спеціальні пристрої, які попереджують появу перекосу деталі, і дотримують всіх заходів безпеки.

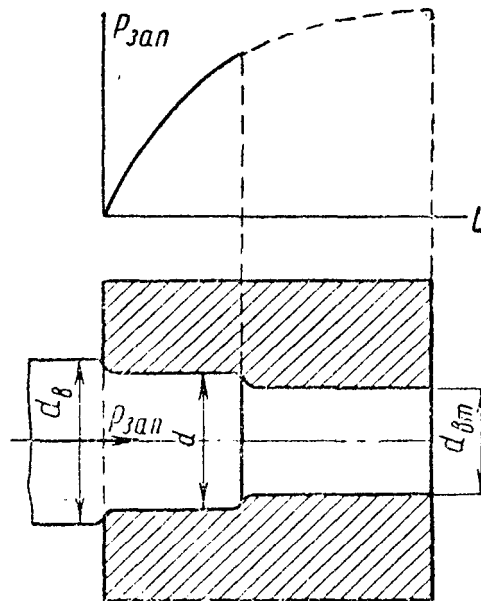


Рис. 8.2.1 – Пресове з'єднання та його діаграма запресування

Теплове з'єднання з гарантованим натягом виконують шляхом нагрівання охоплюючої деталі перед посадкою на охоплену; охолодження охопленої деталі перед введенням її в охоплюючу; комбінації нагрівання охоплюючої деталі на охолодження охопленої. Основною позитивною якістю теплового з'єднання є його висока міцність порівняно з пресовим. Теплове з'єднання здатне передавати в 2-3 рази більше крутний (обертовий) момент або осьову силу. Це пояснюється тим, що під час теплового з'єднання нерівності спряжених поверхонь деталей не згладжуються, як під час пресового з'єднання, а зчіплюються один з одним. Тому теплове з'єднання рекомендують використовувати для всіх навантажених з'єднань.

Необхідне нагрівання охоплюючої деталі, що забезпечує можливість теплового з'єднання, визначають за формулою

$$\tau = t_k - t_o, \quad (8.3)$$

де τ – величина нагрівання охоплюючої деталі;

t_k – кінцева температура деталі;

t_o – температура холодної деталі, яку визначають з співвідношень

$$\tau \geq \frac{\delta}{d\alpha}, \text{ або } t_k \geq \frac{\delta}{d\alpha + t_o},$$

де δ – розрахункова величина натягу;

d – номінальний діаметр отвору;

α – коефіцієнт лінійного розширення при нагріванні (наприклад, $\alpha = 11 \cdot 10^{-6}$ для сталі, а для міді $\alpha = 16 \cdot 10^{-6}$).

Кінцеву температуру нагрівання охоплюючої деталі підвищують на 20-60 % в залежності від потрібної величини натягу. Вона знаходиться в межах 75-450°C. Нагрівання деталей виконують в електричних масляних ваннах з температурою 80-90°C (для посадки кулькових і роликових підшипників) або в різних газових, індукційних та інших горнах.

Теплове з'єднання з нагрівання доцільно використовувати для деталей невеликих розмірів та маси. Для крупногабаритних втулок та невеликих розмірах валу краще використовувати охолодження охопленої деталі. Для охолодження деталі використовують холодильні пристрої, де застосовують: тверду вуглекислоту ($t = -(75-80)^\circ\text{C}$), рідкий азот ($t = -195^\circ\text{C}$), рідкий кисень ($t = -180^\circ\text{C}$) та інші гази. Процес охолодження триває кілька хвилин, тоді як процес нагрівання – десятки хвилин. Розміри холодильників визначають розмірами деталей, які треба охолоджувати, та видом охолоджувача (твердий, рідкий).

Теплове з'єднання охолодженням охопленої деталі вимагає дотримання спеціальних правил техніки безпеки, що викладені в Системі стандартів безпеки праці (ССБТ).

8.3. Складання нерухомих розбірних з'єднань

До основних розбірних з'єднань відносять різьбові, шпоночні й конусні з'єднання.

Різьбові з'єднання виконують з допомогою болтів, шпильок та гвинтів. Вони становлять 25-30 % загальної кількості з'єднань. Це пояснюється їх простотою та надійністю, зручністю регулювання затягання з'єднаних деталей, можливістю розбирання та повторного складання без пошкодження спряжених деталей.

Різьбові з'єднання використовують для нерухомого міцного з'єднання деталей, герметичних з'єднань та регульованих спряжень.

Під час складання різьбових з'єднань необхідно забезпечити:

- співвісність осей болтів, шпильок, гвинтів та різьбових отворів;
- необхідну щільність посадки в різьбі;
- відсутність перекосів торця гайки чи головки болта відносно поверхні спряженої деталі, тому що перекіс є основною причиною обривання гвинтів та шпильок;
- дотримання чергування та постійності зусилля під час затягування групи гайок.

Складання різьбових з'єднань являє собою трудомістку операцію, її прагнуть виконувати механізованим інструментом: електрошпильковертами, елект-

ричними й пневматичними гайковертами.

За характером роботи різьбові з'єднання розділяють на з'єднання без завчасного затягнення (рис. 8.3.1-а) та із завчасним затягненням (рис. 8.3.1-б).

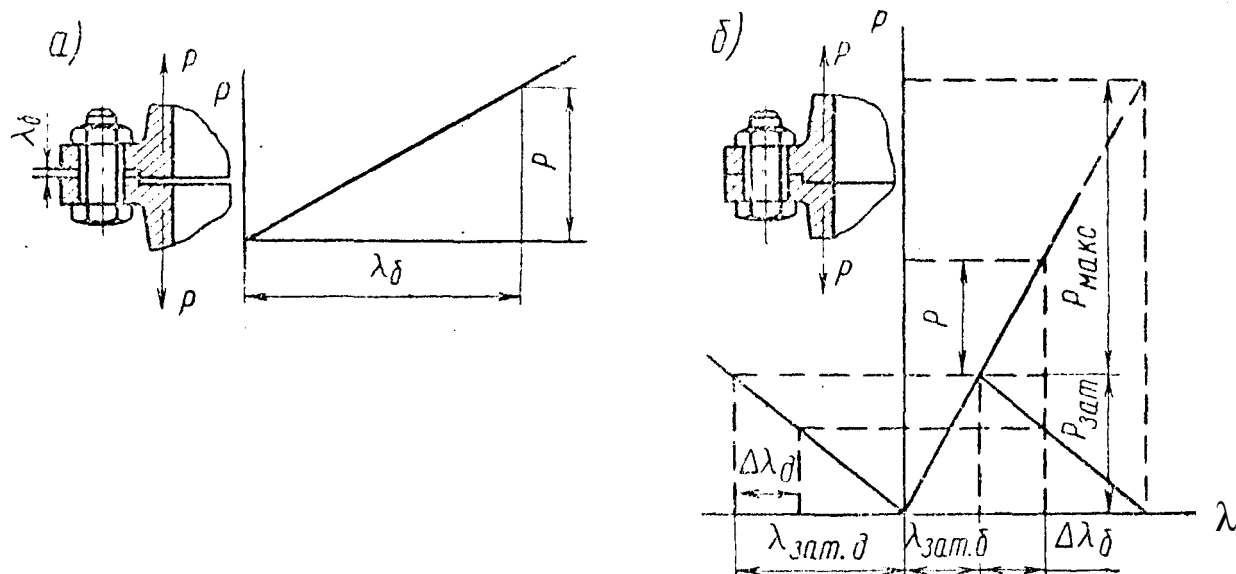


Рис. 8.3.1 – Схеми різьбових з'єднань: а) без завчасного затягнення; б) із завчасним затягненням

Під час з'єднання без завчасного затягнення гайку накручують на болт тільки до торкання стиків деталі. Якщо відсутні зовнішні навантаження, то напруження в матеріалі болта і спряжених деталях такого з'єднання дорівнює нулю. Під дією зовнішніх розтяжних сил болт подовжується на величину, яку знаходять за формулою

$$\lambda_{\delta} = \frac{Pl}{E_{\delta}F_{\delta}}, \quad (8.4)$$

де λ_{δ} – величина подовження болта; P – величина розтяжної сили; l – довжина болта; E_{δ} – модуль пружності матеріалу; F_{δ} – поперечний переріз болта.

В наслідок цього між спряженими деталями з'являється зазор, який рівний λ_{δ} . Різьбові ненавантажені з'єднання знаходять застосування тільки в тих випадках, коли спряжені деталі знаходяться під статичним навантаженням.

У завчасно навантажених різьбових з'єднаннях гайка після закручення на болт до торкання деталей обертається ще на деякий кут. За рахунок зусилля затягання $P_{зат}$ болт подовжується на деяку величину $\lambda_{зат. \delta}$, а деталі з'єднання стискаються на величину $\lambda_{зат. д.}$. В матеріалі болта й деталі виникає напруження затягання. Під дією зовнішнього навантаження P болт подовжується додатково на величину $\Delta\lambda_{\delta}$, а затягання деталей зменшиться на величину $\Delta\lambda_{д.}$. Спряження зможе працювати без зазору між деталями при навантаженнях $P \leq P_{макс}$.

Завчасно навантажені різьбові з'єднання розраховують за відомими методами. Для визначення розрахункового затягання болтів використовують спеціальні динамометричні ключі.

Конусні нерухомі з'єднання застосовують при необхідності забезпечення особливої цілності й точності центрування втулки на валу. Так, зокрема, виконують посадку шестерні на вал якоря тягового двигуна, посадку карданних фланців на вал якоря або редуктора. Необхідний натяг в конусному з'єднанні одержують, напресовуючи втулку на конус валу. Точність центрування забезпечується при цьому автоматично.

Складання конусного з'єднання починають з визначення охоплюючої деталі за конусом валу. Перевірку посадки проводять за допомогою фарби. При цьому конусна частина втулки повинна щільно сідати на конус валу по всій довжині посадочної поверхні. Звичайно, втулку затягують на конус валу за допомогою гайки або насаджують на конус в гарячому стані. При цьому сили N затяжки втулки на конусі (рис. 8.3.2) значно перевищують зусилля затяжки $P_{зат}$ гайки, що дає можливість легко одержати необхідну щільність з'єднання. Необхідний натяг при складанні конусного з'єднання визначають шляхом вимірювання розміру виступаючої частини втулки до і після її запресування.

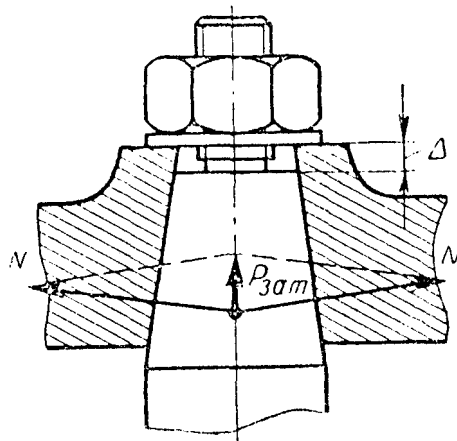


Рис. 8.3.2 – Затяжка конусного з'єднання гайкою

Шпоночні з'єднання застосовують в конструкціях транспортних засобів при посадці шестерні та різних втулок на вал для попередження зсуву і забезпечення можливості передачі через з'єднання великих крутних моментів в тих випадках, коли відсутня небезпека ослаблення втулки та валу шпоночними канавками.

Застосовують клинові, призматичні й сегментні шпонки. Складання шпоночних з'єднань – точний і трудомісткий процес. Шпонку, як правило, підганяють в паз за місцем обпилювання та шабрінням. При цьому повинні бути виключені усі можливі перекоси втулки на валі та шпонки в шпоночному пазі. При установці втулки спостерігають, щоб вона центрувалась виключно на циліндричній або конусній поверхні валу, а не “сиділа” на шпонці. Тому між верхньою площиною шпонки та западиною паза втулки повинен бути достатній зазор.

8.4. Складання рухомих розбірних з'єднань

До рухомо-розбірних з'єднань відносяться: з'єднання з підшипниками, з'єднання типу "циліндр – поршень" і з'єднання зубчастими, черв'ячними та іншими передачами.

Підшипникові з'єднання застосовують як у вузлах механічного обладнання транспортних засобів (буксові й редукторні підшипники катання, підшипники ковзання у спряженнях важелів і тяг гальмових передач), так і у вузлах електротехнічного обладнання (підшипники катання та ковзання валів групових електричних апаратів, якірних підшипників катання електричних машин).

З'єднання типу "циліндр – поршень" є складальною частиною усіх пневматичних приводів та компресорів.

Зубчасті та черв'ячні з'єднання застосовують у тягових передачах, гальмових пристроях, групових апаратах.

Характерною особливістю для всіх рухомих розбірних з'єднань є необхідність систематичного контролю за величиною посадок та зазорів у спряженнях, тому що вони визначають інтенсивність зносу, режими роботи й змащення.

При запресуванні підшипника катання розмір його кілець змінюється: внутрішнє кільце збільшується, а зовнішнє зменшується. Ці зміни сприяють зменшенню діаметрального зазору між робочими поверхнями кілець і кульок.

Внутрішнє кільце підшипника, спряжене з цапфою валу, повинне мати посадку з натягом, а зовнішнє кільце – посадку з таким невеликим зазором, щоб кільце мало можливість під час роботи незначного обертання (наприклад, буксові підшипники, підшипники редукторів). Якщо обертається корпус вузла (наприклад, маточина колеса тролейбуса), то нерухому посадку повинно мати зовнішнє кільце, яке запресоване в корпусі, а рухому – внутрішнє кільце на валу. Виконання цих правил монтажу забезпечує мінімальний знос та максимальну працездатність підшипників. Крім того, рухома посадка полегшує складання та розбирання підшипникових вузлів. Вибір посадок кулько- та роликопідшипників катання, а також відхилення розмірів валу і отворів проводять за ДСТ 3325-55.

Для отримання надійного спряження підшипника з валом та корпусом, посадочні місця обробляють з чистотою не нижче 8 класу для валів, і 6 класу – для отворів. Вони мають бути чистими, без рисок, задирок та корозійних плям. Перед складанням на вал підшипник акуратно промивають у 6%-вому розчині мастила в бензині й нагрівають до температури 60-100 °С, а потім напресовують на вал. Впресування підшипників у корпус проводять з попереднім нагріванням корпусу або без такого. Напресування, впресування, знімання (спресування та випресування) підшипників під час ремонту проводять за допомогою спеціальних оправок, знімачів та пресів. Насаджувати й знімати підшипники прямими ударами молотка по обоймі категорично забороняється, тому що це призводить до руйнування кульок, роликів, канавок і до перекосів кілець.

Величину зусилля напресування визначають за формулою

$$P = \frac{\delta \cdot f \cdot E \cdot \pi \cdot B}{20 \cdot 10^{-6}}, \quad (8.5)$$

де P – зусилля напресування, Мн;

δ – розрахунковий натяг, м;

E – модуль пружності, Мн/м² (наприклад, для сталі $E = 2,1 \cdot 10^5$ Мн/м²);

B – ширина кільця підшипника, мм;

f – коефіцієнт тертя (при напресуванні $f = 0,1 - 0,15$, а при спресуванні $f = 0,15 - 0,25$);

θ – відносний параметр підшипника, який визначають за формулою

$$\theta = \frac{1}{\left(1 - \frac{d}{d_o}\right)^2}; \quad (8.6)$$

$$d_o \cong d + \frac{(D - d)}{4},$$

де d – діаметр отвору внутрішнього кільця;

D – зовнішній діаметр підшипника.

Якість напресування підшипника катання контролюють за допомогою індикатора, визначаючи торцеві й радіальні биття і вручну.

Нерозбірні підшипники ковзання (втулки) запресовують в отвори, а при необхідності – закріплюють від обертання. Запресування втулок проводять: без нагрівання, з нагріванням корпусу або з охолодженням втулки залежно від конструктивних особливостей вузла і заданого натягу. Підгонку отвору до розміру після випресування виконують прошивками або розгортками. Зменшення діаметра втулки після її випресування визначають величиною її натягу. Це в деяких випадках враховують також під час обробки втулки.

Розбірні підшипники ковзання (моторно-осьові, буксові) виготовляють у вигляді вкладишів з антифрикційною заливкою. Складання таких підшипників починають з підгонки їх по шийках валу розточкою і наступним шабруванням. Остаточний контроль шабрування проводять після встановлення кришок і затяжки гайок. Перевіряють радіальний та осьовий зазори між вкладишами і валом, а також щільність прилягання вкладишів. Величина радіального зазору залежить від розрахункової несучої здатності підшипника; визначають її на основі загальних законів гідродинамічної теорії змочування. Збільшення радіального зазору до визначеної межі підвищує несучу здатність підшипника, після чого вона значно знижується.

Монтажний зазор у підшипнику вибирають менше оптимального з розрахунком на можливість тривалої його роботи. Осьовий зазор у підшипниковому вузлі за наявності на валу зубчастих коліс вибирають з умови нормальної її роботи у зчепленні. Перевірку радіальних та осьових зазорів проводять щупами й індикаторами. Величина допустимих зазорів залежить від типу спряження, його навантаження, кількості обертів та інших факторів. Підгонку радіального зазору проводять пришабруванням вкладишів, а всього – за рахунок зменшення товщини бортиків вкладишів підшипників або іншими способами залежно від конструкції вузла.

Спряження типу циліндр-поршень у пневматичних приводах повинні забезпечувати необхідну герметичність проти витoku витиснутого повітря з робо-

чого об'єму циліндру та перешкоджати витіканню з нього мастила. Поршень з манжетами являє собою ущільнену систему сальникового типу. Нормальна робота цієї системи забезпечується еластичністю шкіряних манжетів, правильною формою (без еліптичності) та чистотою обробки внутрішньої поверхні циліндра і правильним вибором зазорів між циліндром та поршнем.

Порядок складання вузлів пневматичних приводів визначає їх конструкція. У більшості випадків застосовують наступну технологічну послідовність: складання циліндра з поршнем, встановлення натискуєчих пружин та кришок, монтаж трубопроводів, випробування на витікання стиснутого повітря, випробування в роботі.

У компресорах складання поршневого вузла починають з підбирання поршнів по циліндрах блоку. При використанні селективного методу підбирання поршні сортують за розмірами або масою. При складанні підбирають циліндри й поршні однакових груп. Поршневі кільця (компресійні й маслознімальні) підбирають за зазором в замку та висотою канавки поршня. Тепловий зазор у стику поршневого кільця підганяють опилковою стикових поверхонь. Спряження поршневих пальців з алюмінієвими поршнями виконують нерухомою посадкою з натягом. У верхню головку шатуна палець повинен входити із зазором близько 0,003 – 0,01 мм плавно під тиском великого пальця руки.

Зубчасті з'єднання (передачі) виконують свої функції передачі потужності (в редукторах) або руху (в групових приводах апаратів) тільки за умови правильного зчеплення. Технологічний процес складання зубчастих з'єднань полягає у встановленні й закріпленні зубчастих передач, перевірці та регулюванні останніх.

Для правильного зчеплення зубчастих циліндричних коліс необхідно, щоб осі валів лежали в одній площині та були паралельними. Їх вивірення проводять шляхом регулювання положення гнізд під підшипники в корпусі. Після встановлення зубчасті колеса перевіряють за зазором, зчепленням та контактом.

На зубчастих передачах, які заново складають, допускаються наступні величини зазорів:

– боковий зазор (8.7)

$$\Delta = bm,$$

де Δ – боковий зазор;

$b = 0,02 - 0,1$ – коефіцієнт, який приймають залежно від окружної швидкості та типу передачі;

m – модуль пружності, мм.

– радіальний зазор (8.8)

$$\Delta_p = (0,15 - 0,3)m,$$

де Δ_p – радіальний зазор.

Якість складання передач з конічними зубчастими колесами визначають правильністю перехрещення осей валів передачі, точністю кутів між осями коліс та величинами бокового і радіального зазору. Відхилення δ для осей конічних зубчастих коліс встановлюють в залежності від величини модуля пружності:

$$\delta = (0,015 - 0,06)m. \quad (8.9)$$

Зазори в передачах з конічними зубчастими колесами регулюють шляхом переміщення парних коліс вздовж валу.

Черв'ячні передачі потребують більш точного виготовлення і складання. Їх робота залежить від наявності та величини бокового зазору між нитками черв'яка і зубцями колеса. Величину бокового зазору $\Delta\delta$ визначають за формулою

$$\Delta\delta = (0,015 - 0,03)m_t, \quad (8.10)$$

де m_t – торцевий модуль пружності, мм.

Зазори між зубцями перевіряють щупами, індикаторами, проміром прокачених між зубцями зібраного зубчастого з'єднання свинцевих пластинок. Перевірку прилягання робочих поверхонь зубців проводять за контактною плямою за допомогою фарби. Потрібну форму та розташування відбитку на зубцях визначають технічні умови: довжина відбитка має бути не менше 70-75 % довжини зубця, ширина – не менше 60 % бокової поверхні зубця. Доцільно використовувати пристрої, що дозволяють виконувати комплексну перевірку зубчастих коліс у зчепленні. Регулювання зчеплення зубчастих коліс редукторів виконують прокладками в підшипникових вузлах опор.

8.5. Випробування складальних одиниць

Випробування складальної одиниці – це завершальний її технологічний процес при ремонті, при виконанні якого проводять: підготовку складальної одиниці до сприйняття експлуатаційних навантажень, виявлення можливих дефектів, перевірку характеристик агрегатів у відповідності з технічними умовами або іншими нормативними документами. Технологічний процес випробування включає в себе технологічний процес обкатки.

Обкаткою називають частину технологічного процесу випробування складальних одиниць у спеціальних режимах навантаження та змащення для отримання необхідного припрацювання їх деталей та вузлів. У процесі обкатки змінюється мікрогеометрія та мікротвердість поверхонь тертя, згладжується відхилення від правильної геометричної форми. Процес зняття мікронерівностей триває десятки хвилин, а макрогеометричне припрацювання – 30-40 годин. Тривалість випробування складальних одиниць транспортних засобів не регламентується технічними умовами.

Випробування проводять на спеціальних стендах. Вони повинні мати привідні й навантажувальні пристрої, бути оснащені вимірювальними приладами й пристроями. Випробування проводять на мастилах зниженої в'язкості для кращого вилучення механічних домішок під час випуску мастила по закінченні випробування.

Успішне випробування складальних одиниць дозволяє оцінити якість ремонту, дає гарантію працездатності агрегатів в експлуатації.

9. Технічне нормування робіт при ремонті транспортних засобів

9.1. Класифікація затрат робочого часу

Основними умовами існування угруповання людей в суспільстві є робота. Її організація потребує встановлення кількісних норм затрат часу в процесі виробництва, тобто потребує технічного нормування. Основною задачею технічного нормування робіт при ремонті транспортних засобів є визначення науковообґрунтованих затрат часу на їх виконання. Показником правильної організації ремонтних і верстатних робіт, які виконують при будь-якому ремонті, та автоматизації ремонтного виробництва, є продуктивність праці. Її заміряють кількістю продукції, яку виготовляє робітник за одиницю часу. Цей показник називають нормою виробітку затратного часу на виготовлення одиниці продукції. Цей показник називають нормою часу і позначають $T_{\text{ч}}$. Він повинен бути технічно обґрунтованим. Під технічно обґрунтованою нормою часу розуміють час, який встановлюють робітнику для виконання певного обсягу роботи у найбільш раціональних для даного підприємства організаційних та технічних умовах з обліком використання передового досвіду в умовах ремонтного підприємства. Технічно обґрунтована норма часу містить у собі усі витрати робочого часу, які витрачають на виконання технологічної операції згідно з технологічним процесом ремонту.

Технічно обґрунтованою нормою часу є штучно-калькуляційний час при одиничному, малосерійному та середньосерійному виробництві або штучний час при крупносерійному та масовому виробництві. Штучно-калькуляційний час – це час, який необхідний для обробки однієї деталі при виконанні однієї технологічної операції. Штучний час – це час, який необхідний для безпосереднього впливу на одну деталь, при даній технологічній операції.

Штучно-калькуляційний час складається із затрат часу на виконання кожної операції технологічного процесу. В загальному вигляді його представляють формулою;

$$T_{\text{ч}} = \frac{1}{T_{\text{в}}} = T_{\text{шк}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{п}}}, \quad (9.1)$$

де $T_{\text{шк}}$ – штучно-калькуляційний час, хв;

$T_{\text{ш}}$ – штучний час, хв;

$T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заклучний час, хв;

$n_{\text{п}}$ – кількість деталей в партії, шт.

Підготовчо-заклучний час – це такий час, який затрачують робітники на початкове ознайомлення з роботою, технологічною оснасткою, робочими рисунками, а також готують робоче місце, відладку обладнання та інструменту. Сюди ж відносять час на дії робітників, які пов'язані з закінченням роботи.

На виконання певного виду робіт підготовчо-заклучний час витрачають один раз і його тривалість не залежить від обсягу та виду робіт. Отже, чим більше однотипових складальних одиниць, вузлів та агрегатів, тим менші ці затрати часу. Тобто слід думати, що при крупносерійному та масовому виробниц-

тві ці затрати будуть незначними порівняно з іншими складовими частинами штучно-калькуляційного часу. Їх у рахунок можна практично не вважати.

Кількість деталей в партії визначають за формулою:

$$n_{\text{п}} = \frac{\sum T_{\text{пз}}}{K \sum T_{\text{ш}}}, \quad (9.2)$$

де $\sum T_{\text{пз}}$ – сума підготовчо-заключного часу на партію деталей за всіма операціями технологічного процесу;

$\sum T_{\text{ш}}$ – сума штучного часу на деталь за всіма операціями технологічного процесу;

K – коефіцієнт, який враховує затрати часу на підготовчо-заклучні роботи в залежності від виду ремонтного виробництва. Його числа визначення представлені в таблиці 9.1.1.

Таблиця 9.1.1 – Числові значення коефіцієнту K

№ з/п	Найменування виду підприємства	Числове значення коефіцієнта
1	Малосерійне	0,14 – 0,18
2	Середньосерійне	0,08 – 0,13
3	Багатосерійне	0,04 – 0,07

Штучно-калькуляційний час визначають тільки після визначення підготовчо-заключного часу за всіма операціями технологічного процесу і розрахунку оптимального розміру партії (кількості деталей в партії) та штучного часу.

Штучний час визначають за формулою:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}}, \quad (9.3)$$

де $T_{\text{оп}}$ – операційний час, хв;

$T_{\text{дод}}$ – додатковий час, хв.

Операційний час – це час, який затрачують робітники на виконання конкретної технологічної операції. Він представляє собою суму основного T_0 часу та допоміжного T_d , тобто:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_d. \quad (9.4)$$

Основним часом називають такий час, протягом якого змінюються форми, розміри та властивості деталі в результаті виконання різноманітних видів як верстатних, так і ремонтних робіт. В ремонтному виробництві основний час ще називають машинним, машинно-ручним (коли роботи виконують на верстатах з ручною подачею) та ручним.

Допоміжним називають час, який витрачають на дії робітника, які забезпечують виконання основної роботи, зокрема – на установлення та зняття деталі, перехід на іншу операцію, заміри розмірів деталі у процесі виконання тієї чи іншої технологічної операції. Тому допоміжний час представляють формулою:

$$T_d = T_{\text{ду}} + T_{\text{дп}} + T_{\text{дз}}, \quad (9.5)$$

де $T_{\text{ду}}$ – допоміжний час, який затрачують на установлення та зняття деталі;

$T_{\text{дп}}$ – допоміжний час, який затрачують на заміри розмірів у процесі вико-

нання технологічних операцій;

$T_{\text{дз}}$ – допоміжний час, який затрачують на заміри розмірів у процесі виконання технологічної операції.

Додатковий час – це час, який затрачують на організаційно-технічне обслуговування робочого місця, відпочинок робітника та особисті його потреби. Цей час визначають за формулою:

$$T_{\text{дод}} = \frac{K_1 \cdot T_{\text{оп}}}{100}, \quad (9.6)$$

де K_1 – коефіцієнт, який характеризується відношенням додаткового часу до операційного, %.

Таким чином, штучно-калькуляційний час можна визначати за формулою:

$$T_{\text{шк}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{п}}} + T_{\text{о}} + T_{\text{д}} + T_{\text{дод}}. \quad (9.7)$$

9.2. Особливості технічного нормування

Роботи, які виконують на ремонтному підприємстві, мають свої особливості технічного нормування. Так особливістю технічного нормування верстатних робіт є те, що при визначенні норм часу основний час визначають за існуючими аналітичними формулами в залежності від виду верстатного обладнання. Числові значення других складових частин цих норм, як то підготовчо-заключного часу, додаткового та допоміжного, визначають за допомогою довідникової літератури.

Особливістю ремонтних робіт є те, що їх виконання пов'язане зі значними затратами фізичної праці. Ці затрати характеризуються допоміжним часом першого $T'_{\text{д}}$ та другого $T''_{\text{д}}$ родів. Тоді операційний час можна представити наступною формулою:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T'_{\text{д}} + T''_{\text{д}}. \quad (9.8)$$

Суму основного та допоміжного часу першого роду називають неповним операційним часом та позначають $T'_{\text{оп}}$. При технічному нормуванні ремонтних робіт його визначають за існуючими аналітичними формулами в залежності від виду ремонтних робіт.

Тоді, штучно-калькуляційний час для ремонтних робіт можна представити формулою:

$$T_{\text{ч}} = T_{\text{шк}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{п}}} + T'_{\text{оп}} + T''_{\text{д}} + T_{\text{дод}}. \quad (9.9)$$

Числові значення підготовчо-заключного часу, допоміжного часу другого роду та додаткового часу визначають за допомогою довідникової літератури.

Розраховані значення штучного, підготовчо-заключного часу заносять до маршрутної карти, а значення основного та допоміжного – до операційної карти.

Список літератури

1. Бондаревский Д.И., Кобозев В.М. Эксплуатация и ремонт подвижного состава городского электрического транспорта. – М.: Высшая школа, 1973.-392 с.
2. Ремонт машин / Под ред. Тельнова Н.Ф. – М.: Агропромиздат, 1992.-560 с.
3. Ремонт автомобилей / Под ред. Румянцева С.И. – М.: Транспорт, 1988.-327 с.
4. Чумак М.Г. Матеріали та технологія машинобудування – К.: Либідь, 2000. - 368 с.
5. Тетянич І.К. Довідник по відновленню деталей автотракторного і силового електрообладнання – К.: Урожай, 1989. - 192 с.
6. Кулаков Б.М., Резник М.Я. Ремонт трамвайних вагонів. – М.: Транспорт, 1980. – 463 с.
7. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
8. Коган Л.Я. и др. Эксплуатация и ремонт троллейбусов – М.: Транспорт, 1978. – 248 с.
9. Зеркалов Д.В. та др. Обладнання для технічного обслуговування і ремонту машин. Довідник. – К.: Урожай, 1991. – 208 с.
10. Устройство и ремонт электропоездов метрополитена / Под ред. Сементовского Э.А. – М.: Транспорт, 1991. – 335 с.

ЗМІСТ

Передмова.....	3
Частина 1. Основи ремонтного виробництва транспортних засобів.....	4
1. Основні положення ремонтного виробництва транспортних засобів.....	4
1.1. Зміна технічного стану транспортних засобів в процесі експлуатації.....	4
1.2. Види, методи, організаційні принципи та система ремонту транспортних засобів.....	7
2. Виробничий і технологічний процеси ремонту транспортних засобів.....	10
2.1. Склад виробничого процесу та його параметри.....	10
2.2. Структура технологічного процесу.....	14
2.3. Технічна документація на ремонт транспортних засобів.....	15
3. Організаційна структура ремонтних підприємств транспортних засобів та характеристика їх параметрів.....	17
3.1. Класифікаційна ремонтних підприємств транспортних засобів.....	17
3.2. Організаційна структура ремонтного заводу.....	19
3.3. Характеристика параметрів ремонтних підприємств транспортних засобів.....	23
Частина 2. Основи технології ремонту транспортних засобів.....	28
4. Прийняття транспортних засобів до ремонту та технологічний процес їх розбирання.....	28
4.1. Організація прийняття транспортних засобів до ремонту.....	28
4.2. Технологічний процес розбирання транспортних засобів.....	29
4.3. Механізація розбиральних робіт транспортних засобів та види їх обладнання.....	31
5. Технологічні процеси дефектації та сортування деталей транспортних засобів.....	34
5.1. Призначення дефектації та технічні умови її проведення.....	34
5.2. Методи контролю при дефектації.....	37
5.3. Призначення сортування та його коефіцієнтів.....	41

6. Відновлення деталей транспортних засобів.....	43
6.1. Класифікація способів відновлення.....	43
6.2. Методика визначення величини й кількості ремонтних розмірів.....	44
6.3. Вибір раціонального способу відновлення деталей.....	47
6.4. Техніко-економічна оцінка технологічного процесу відновлення деталей...	49
7. Комплектування деталей транспортних засобів.....	51
7.1. Призначення і сутність комплектування.....	51
7.2. Балансування деталей.....	53
8. Складання і випробовування транспортних засобів.....	56
8.1. Складання типових з'єднань та передач.....	56
8.2. Складання нерухомих нерозбірних з'єднань.....	57
8.3. Складання нерухомих розбірних з'єднань.....	59
8.4. Складання рухомих розбірних з'єднань.....	62
8.5. Випробування складальних одиниць.....	65
9. Технічне нормування робіт при ремонті транспортних засобів.....	66
9.1. Класифікація затрат робочого часу.....	66
9.2. Особливості технічного нормування.....	68
Список літератури.....	69

Навчальне видання

Конспект лекцій з дисциплін «Ремонт транспортних засобів», "Ремонт технічних засобів електричного транспорту". Частина I (для студентів 4-5 курсів усіх форм навчання спеціальностей 7.092 201 – «Електричні системи і комплекси транспортних засобів», 7.092202 – "Електричний транспорт").

Автори: Андрій Віталійович Коваленко,
Микола Антонович Голтв'янський

Відповідальний за випуск В.Х. Далека

Редактор Д.Ф. Курильченко

План 2008, поз. 94Л

Підп. до друку 08.02.08	Формат 60×84 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографі.	Умовн.-друк. арк. 3,0.	Обл.-вид. арк 2,8.
Тираж 100 прим.	Замовл. №	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ІОЦ ХНАМГ

61002, Харків, вул. Революції, 12